



93年報

2004 ANNUAL REPORT

ATOMIC ENERGY COUNCIL, EXECUTIVE YUAN

行政院原子能委員會

www.aec.gov.tw

the web

行政院原子能委員會 編印

本會願景 》》主委的話

本人接掌原子能委員會三年來，和同仁們一起打拼。讓每位同仁都能按照自己的性向、才能，站在適當的崗位上努力工作，發揮了極佳的團隊精神，並獲致良好的績效。這幾年來原能會對核能電廠的稽核管制作業迭創佳績，讓放射性廢棄物的產量和核能電廠的跳機次數屢創新低；在核能安全、核能環保、核醫藥物與再生能源等方面，也都有傑出的研發成果。本人要向原能會的各位工作伙伴們大聲喝采，因為有我們大家的努力，原能會在政府團隊，是一支亮麗耀眼的隊伍。

本人期許同仁們繼續堅持以開誠佈公的精神，確保民眾「知」的權利；用更開放民主的態度，接納反核與擁核者的意見；並以持續累積的核能安全管理績效及研發成果，來爭取全國民眾的信賴。也就是說，原能會必需站在民眾安全、社會整體利益上，來看守好核能安全。

本人在此強調，要獲得民眾的信賴，就必須盡量和民眾接近。同仁們必需俱備充實的專業素養，再使用民眾聽得懂、最淺顯的語言來表達，才能使原能會的管制作業達到最大的透明化，相關研發成果也能廣為民眾知悉。讓我們心手相連，不斷地創新、改革、堅持到底，共同來打造原能會及國家的永續未來。

敬啟者



目錄

Contents

✿ 本會願景—主委的話	1
✿ 目 錄	2
✿ 組織架構	4
✿ 人力與經費	6
行政院原子能委員會	6
核能研究所	7
放射性物料管理局	8
輻射偵測中心	9
✿ 專題報導	10
> (綜計處) 服務創新 建置三合一績效評估機制	10
台灣之光 我國代表榮獲全球核能婦女獎	11
> (核管處) 核能安全管制紅綠燈	12
日本美濱核能電廠管路破裂及人員傷亡事件之剖析與防範	12
核能四廠循環水抽水機房停工管制	13
> (輻防處) 輻射防護新趨勢	15
核能電廠附近民眾輻射安全宣導	16
推動鋼鐵廠輻射作業輔導	17
審查醫院迴旋加速器申請	18
執行大專校院輻射作業普查	19
推動軍事機關輻射作業輔導	20
> (核技處) 改變，就在一念之間 93年核安演習	21
原能會的一小步，民眾福祉的大進步 談碘片分送到家	24
> (核研所) 腦神經及精神疾病診斷用核醫藥物之研發與應用	26
核能安全評估技術在國內防災體系應用之展望	31
熱電漿技術之開發與應用	36
新能源技術之發展與應用	40
> (物管局) 蘭嶼貯存場模擬測試桶棄置案始末	45
放射性廢棄物合理解除管制國際發展現況	47
用過核子燃料乾式貯存漸露曙光	48
為低放射性廢棄物找個歸宿	50
> (偵測中心) 北投石的放射性	52

✻ 業務報導 (重要措施與施政績效).....	54
> (綜計處)	
政策制定	54
開拓國際合作新局, 擴展原能會國際交流	55
核子保防	56
創新平時整備制度, 提昇動員應變能量	57
強化原能會首長與外界互動, 型塑原能會積極正面形象	57
> (核管處)	
因應挑戰, 迎向未來	58
綿密管制, 確保安全	59
厚植法規, 透明施政	63
> (輻防處)	
游離輻射防護法規	64
保健物理作業	65
核設施環境保護	66
放射性物質及可發生游離輻射設備之管制	68
放射性污染建築物之處理及善後	70
> (核技處)	
健全緊急應變機制	72
輻射彈事故應變演習	72
精進核子保安與反恐作為, 確保核設施安全	74
落實核能電廠應變作業演習, 強化緊急應變能力	74
強化核安監管中心運作	75
核安演習	75
核能資訊安全措施	76
> (核研所)	
核能安全科技	77
輻射應用科技	80
環境與能源科技	83
> (物管局)	
放射性物料管理法規建置	86
核能電廠放射性廢棄物營運管制	86
核子原料、核子燃料及用過核子燃料管制	91
小產源放射性廢棄物管制	92
> (偵測中心)	
放射性落塵與環境輻射偵測	94
食品與飲水中放射性含量偵測	94
核設施環境輻射監測	95
輻安預警自動監測	96
執行南部地區游離輻射安全稽查	97
✻ 大事紀	98

組織架構

原子能委員會

主任委員
副主任委員

委員會議

主任秘書





特種委員會



人力與經費

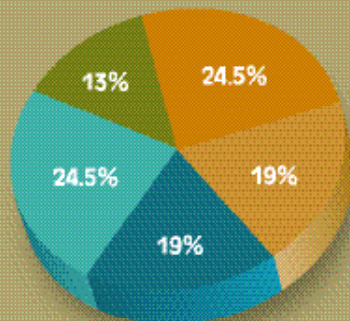
行政院原子能委員會

(以下簡稱原能會)

● 93年度職員業務性質分佈圖

● 一般行政	43人 (24.5%)
● 原子能科學發展	34人 (19%)
● 游離輻射安全	33人 (19%)
● 核能設施安全管制	43人 (24.5%)
● 原子能技術應用	23人 (13%)

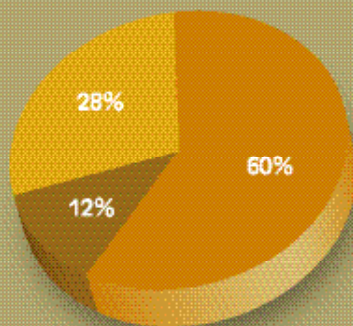
合 計 176人



● 93年度職員官等配置圖

● 簡任人員	49人 (28%)
● 薦任人員	105人 (60%)
● 委任人員	22人 (12%)

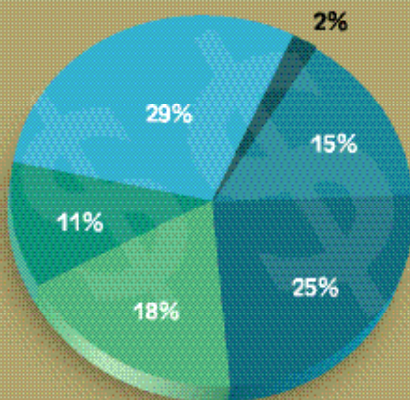
合 計 176人



● 93年度經費支用概況 (單位：千元)

● 一般行政	104,828 (29%)
● 原子能科學發展	51,136 (15%)
● 核能設施安全管制	87,485 (25%)
● 游離輻射安全防護	63,509 (18%)
● 原子能技術應用	37,813 (11%)
● 設備購置	6,363 (2%)

93年度決算數 351,134



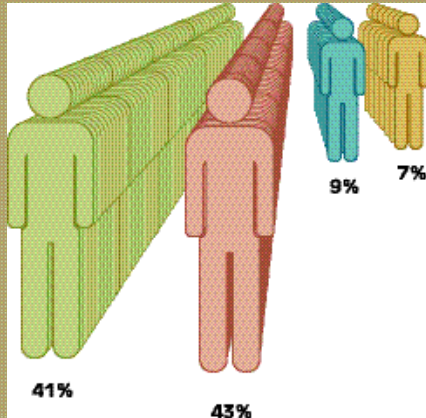
核能研究所

(以下簡稱核研所)

● 93年度核研所人力分配圖

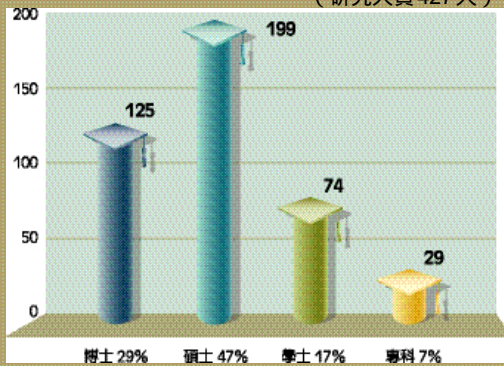
● 研究人員	427人 (41%)
● 技術員	457人 (43%)
● 行政人員	93人 (9%)
● 技工工友	77人 (7%)

合 計 1,054人



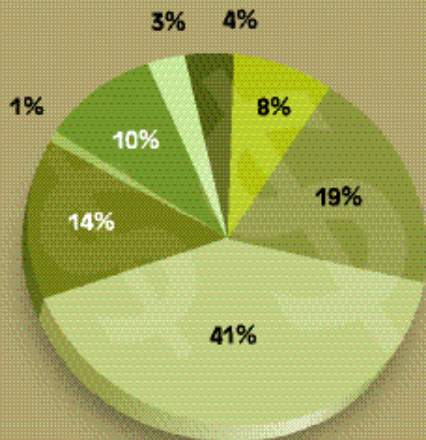
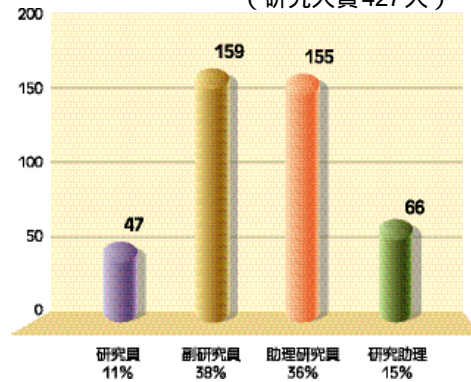
● 93年度研究人員學歷統計圖

(研究人員 427人)



● 93年度研究人員職稱分類統計圖

(研究人員 427人)



● 93年度經費支用概況 (單位：千元)

● 一般行政	78,386 (3%)
● 綜合計畫	92,513 (4%)
● 設施運轉維護與改善	178,668 (8%)
● 輻射應用科技研究	431,073 (19%)
● 環境與能源科技研究	946,943 (41%)
● 核能安全科技研究	324,192 (14%)
● 原子能科技學術合作	20,633 (1%)
● 推廣核能技術應用	221,333 (10%)

93年度決算數 2,293,741

人力與經費 (續)

放射性物料管理局

(以下簡稱物管局)

• 93年度職員業務性質分佈

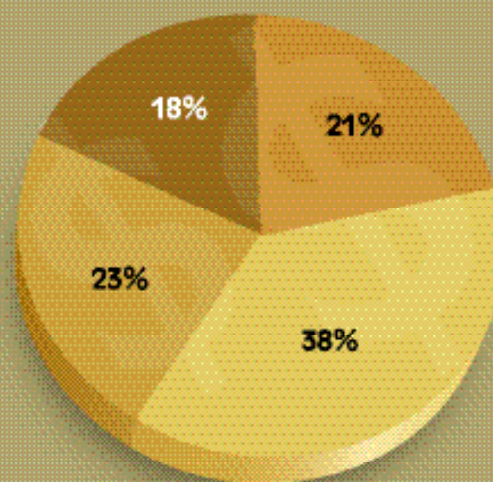
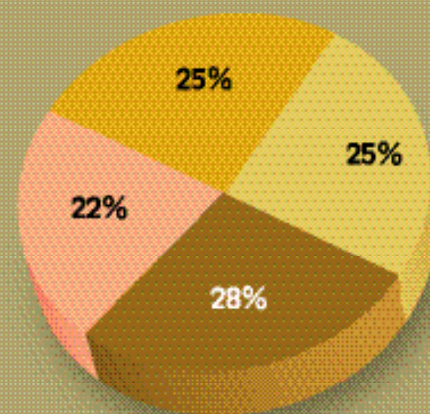
- 一般行政 (含首長、副首長及會計員) 9人 (25%)
- 放射性物料管理作業 9人 (25%)
- 放射性廢棄物營運安全管制 10人 (28%)
- 核物料及小產源廢棄物安全管制 8人 (22%)

合 計 36人

• 93年度經費支用概況 (單位：千元)

- 一般行政 13,866 (21%)
- 放射性物料管理作業 25,700 (38%)
- 放射性廢棄物營運安全管制 15,535 (23%)
- 核物料及小產源廢棄物安全管制 12,343 (18%)

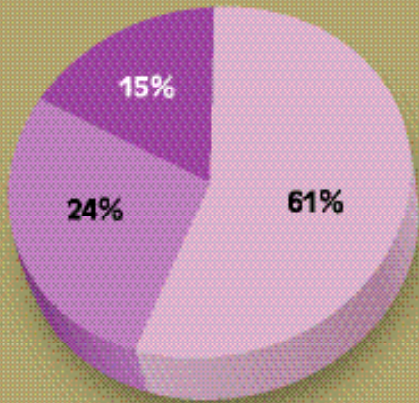
93年度決算數 67,444



輻射偵測中心

(以下簡稱偵測中心)

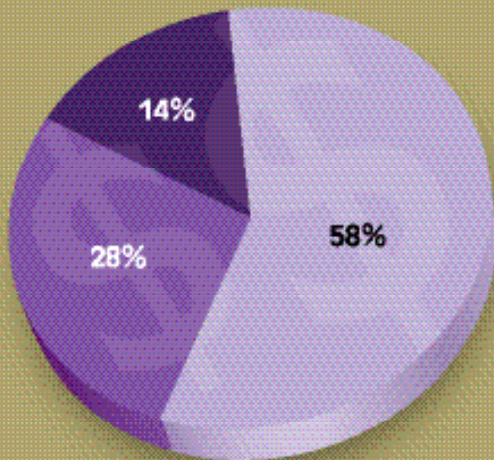
● 93年度職員業務性質分佈圖



● 一般行政	8人 (24%)
● 天然游離輻射偵測	5人 (15%)
● 人造游離輻射偵測	20人 (61%)

合 計 33人

● 93年度經費支用概況 (單位：千元)



● 一般行政	17,203 (28%)
● 天然游離輻射偵測	8,733 (14%)
● 人造游離輻射偵測	34,588 (58%)

93年度決算數 60,524

綜合計畫處

服務創新 建置三合一績效評估機制

為促使政府施政效能更加落實，並隨時檢討精進，每年對於施政各個層面，均有相關之績效評估措施（亦即績效管考作業），以作為提昇政府施政效能之依據。

以往對於管考作業，常配合不同目的之需求，管考措施多顯零散、重複，造成各執行機關不必要之困擾，為徹底解決此問題，93年度綜計處即以服務創新的理念、整合簡化之精神，建置了三合一績效評估機制，讓管考作業達成工作流程簡化、績效評估深化的目標。

本項三合一績效評估機制，概分為「人」與「事」的三合一整合，說明如下：

- （一）在「人」方面，結合了「績效評估委員會」、「會內資深專業同仁」及「會外學家專家群」三區塊的績效評估人力，作為評估主體，並視不同構面管考需求，加以彈性運用。
- （二）在「事」方面，以單次分階段的評核，完成「施政計畫及工作計畫評核」、「單位整體施政績效考評」及「科技計畫考評及優良計畫評選」三項功能需求。

在上述創新服務機制下，綜計處分別於93年7月及10月發布「93年施政績效年中評核作業要點」、「93年各單位施政績效年終評核作業要點」，據以辦理93年度原能會施政績效年中評核及年終評核。而管考單位在階段作業完成後，並撰擬「93年度施政績效年中評核結果彙編」及「93年各單位施政績效檢討報告彙編」，提供原能會首長檢視或決策之參考。此創新精進之舉，對於原能會建立一套完整而有效率的管考制度，具有相當正面之效益。

台灣之光 我國代表榮獲全球核能婦女獎

我國提名之政大新聞系謝瀛春教授榮獲全球核能婦女會獎 WIN Award，以肯定渠致力核能教育與溝通的傑出成就。全球核能婦女會（WIN Global）理事長小川順子特於10月初率WIN Japan代表團來台主持頒獎典禮，並舉辦「核能議題與民眾教育」論壇，由包括原能會饒大衛處長等多位台日專家就核能安全、廢棄物管理、溝通與教育等議題發表看法，並和與會者充分溝通。

會後小川理事長一行拜會原能會歐陽主任委員等官員，並參觀全國核子事故應變中心與原能會核能安全監管中心，次日並參觀興建中的核能四廠，活動圓滿成功，並獲國內外媒體報導。

WIN Award 設立於1996年，每年選出一名對核能或輻射應用推廣教育及促進民眾認知有重要貢獻，並足以作為年輕女性的典範者，於WIN Global年會時頒贈獎狀。至今已有來自歐、美、亞的8位女性獲此殊榮。2004年會於5月中旬在東京舉行，我國分會（WIN Taiwan）特組14人代表團出席盛會，促進國際經驗交流，並協助政府拓展外交。惟WIN Award作業延遲，未及在年會中頒發，始安排小川理事長專程來台頒獎。



圖一 WIN Global 小川順子理事長拜會歐陽主任委員



圖二 WIN Global 小川順子理事長頒贈謝瀛春教授 WIN Award 獎狀

核能管制處

核能安全管制紅綠燈

隨著公平、正義、民主、自由等普世價值的深化，政府施政透明化已是人民的基本要求。基於此，且為使核能管制作業更為聚焦於反應爐安全範疇，乃結合風險告知觀念對國內各核能電廠進行較客觀、可預測的管理，並利用網際網路的便利性，提供民眾充分的資訊，擴大民眾對國內核能電廠運轉安全的參與。

核安管制紅綠燈制度主要由肇始事件、救援系統及屏障完整三部分組成，藉由對個別部分相關系統及設備表現績效，以評估國內核能電廠反應爐安全狀態，並以綠、白、黃、紅等燈號呈現，綠燈表示：無安全顧慮；白燈表示：低微安全顧慮；黃燈表示：中度安全顧慮；紅燈表示：顯著安全顧慮。同時，隨著績效表現的良窳，管制機構亦將調整管制措施（詳如下述），其主要目的在鼓勵核能電廠加強自我管理，提昇核能機組運轉安全，並將管制資源作最有效之運用，確保民眾安全。此外，原能會另規劃自 95 年起，利用核能研究所研製之「重要性確立方法」軟體，將原能會視察員於日常視察中所發現之電廠問題，應用該「重要性確立方法」軟體，以判定視察發現為綠、白、黃、紅等不同風險等級，並與前者之評定結果一併列入風險等級考量，使視察作業和核能安全更密切連結。

綠燈 - 維持現有視察頻度；白燈 - 召開管制會議，監督改善措施；黃燈 - 增加視察頻度，加強管制；紅燈 - 電廠提出績效改善方案，必要時停止機組運轉。 註：1. 兩個白燈或兩個黃燈得提昇一級。2. 任一級管制措施均包含前一級管制措施。

日本美濱核能電廠管路破裂及人員傷亡事件之剖析與防範

93 年 8 月 9 日在日本美濱核能電廠，發生了飼水管路因薄化而破裂，外洩之蒸汽造成多名工作人員傷亡的事件，也立刻引起國人對同屬壓水式電廠之核能三廠安全的關切。事實上，自 1986 年美國 Surry 核能電廠發生管路薄化破裂事件之後，原能會即開始要求台電公司規劃碳鋼管路之檢測計畫，台電公司亦

及時引進工業界普遍使用之分析程式及評估技術，審慎地執行檢測工作，至今已逾十載，相關之機制均已建立。此次事件發生後，使得核能界再度重視已成例行大修項目之碳鋼管路測厚計畫，原能會亦迅速採取下列具體作為：

- 一、發函要求台電公司再審視其「核能電廠管路壁厚檢測長程策略」內容適切性，並加強大修期間管路測厚項目之稽核，於核管會議中提報檢討結果。
- 二、邀請國內專家學者至原能會講授管路沖腐蝕課程，加強視察員在相關領域之專業知識。
- 三、執行各核能電廠之「管路沖腐蝕團隊視察」，並邀請國內專家學者共同參與。

除上述策略、訓練、視察等技術層面之實質強化外，原能會仍持續注意日本美濱事件事故調查之後續發展，以及核能業界之相關因應措施，以期能在嚴格管制及全面檢測下，能有效防範國內核能電廠發生類似事件。

核能四廠循環水抽水機房停工管制

核能四廠循環冷卻水系統包括循環水抽水機房、電解加氯機房及反應器廠房冷卻水抽水機房工程，由大棟公司承包，其中循環水抽水機房部份最早動工，但實際施工作業則遲至 93 年 1 月開始進行，並分別於 93 年 2 月及 4 月進行基礎混凝土第一及第二區塊的澆置。由於本案工程延宕時日較長，施工處對承包商品管與品保作業有待建立，原能會乃認為應儘早展開本工程之視察作業，以確認承包商之施工品質及管理符合品保與品管之要求。

93 年 4 月下旬原能會即展開第一次查證作業，發現確有施工品質及品管作業不足情形，主要除混凝土澆置品質不良外，特別是止水帶安裝品質不符要求，混凝土澆置作業品質不良使止水帶失去止水設計功能，但施工處發現後並未採取適當措施以矯正承包商之作業，故原能會即開立編號 LM-會核-93-13 備忘錄要求施工處進行改善，並要求施工處應開立不符合報告予以建檔管制其改善作業執行情形。同時為進一步確認改善情形，乃要求施工處在進行止水帶改

專題報導

善作業時，應通知原能會駐廠視察員現場查證，並加強混凝土澆置人員及現場品管人員相關教育訓練。隨後原能會並持續進行追蹤管制，於現場視察及文件查核時，仍有諸多需施工處應進行改善之處，特別是施工處本身在執行品管作業的立場有加強之必要，因此再開立編號 LM-會核-93-23 備忘錄與 AN-LM-93-006 注意改進事項，要求台電公司龍門施工處提出澄清說明。

本案經原能會多次提出改善要求，然於 8 月 31 日施工處通知原能會駐廠視察員現場查核不收縮水泥灌漿澆置作業時，又發現止水帶改善需鑿除混凝土的程度，不符合改善計畫之要求，而該改善計畫亦有不儘周延之處，致現場施作情形無法與止水帶改善計畫一致，原能會乃要求施工處暫停現場作業，並提出具體改善措施經原能會審查同意後始得繼續作業（ 93 年 9 月 3 日會核字第 0930031290 號書函）。

本案在原能會要求下，龍門施工處於 9 月下旬對原能會進行專案報告，經原能會審查其改善方案而同意其繼續執行相關改善作業，惟要求其於現場施工前，仍應通知原能會視察員會同查核，最後本案乃採取近乎重新施作之方式，而於 11 月上旬改善完成。

輻射防護處

輻射防護新趨勢

「輻射防護新趨勢研討會」係由原能會蘇獻章副主委召集輻射防護處、核能技術處、核能研究所、輻射偵測中心、台電公司及美洲保健物理學會臺灣總會等單位共同主辦，於93年10月18、19日假原能會大禮堂舉行。

4位日本專家小佐古敏莊教授、三谷信次先生、中島敬行先生、荻込敏先生及3位美國華裔專家吳全富博士、劉垂正博士、孫連陞博士，以及原能會輻射防護處、核能研究所、輻射偵測中心、台電公司核發處、核能一廠及核能二廠、三軍總醫院、門諾會醫院、清華大學、高雄醫學大學等共計19位國內外專家受邀於研討會發表演講（講題見表一），並和200多位與會者進行討論及交流。

表一 輻射防護新趨勢研討會演講人與講題

演講人	講題
魯經邦先生	ICRP 2005 輻射防護系統新建議草案簡介
簡聿皇先生	國際輻射防護委員會建議書的新趨勢
王重德先生	IRPA-11 會議與對未來輻射防護管制架構之討論
陳英鑒博士	Lessons learned from IRPA 11
劉祺章博士	輻射劑量與能值轉換因子計算
劉武龍先生	核醫病患廢棄物處理標準作業流程
陳毓雯女士	輻傷中心基層醫療人員輻射醫療教育之價值—高醫經驗
吳全富博士	Radiation Protection Standards: Now and the Future
劉垂正博士	Radiation Safety for the Design and Operation of Particle Accelerators
孫連陞博士	Brookhaven Technical Basis Document for Internal Dosimetry and Urine Bioassay Programs
小佐古敏莊教授	日本輻射防護管制體系介紹
林 誠博士	Perspectives of Managing Radiation Protection in United States
何 偉先生	The Dose Reduction Strategy and ALARA Trend of Nuclear Power Plants in Taiwan
三谷信次先生	日本核能電廠ALARA 之執行與成效
中島敬行先生	核子事故緊急應變及民眾防護行動
張繼聖先生	Radiation Dose Reduction Measures on Management Perspectives
荻込敏先生	核子設施除役之輻射安全管理
陳坤培先生	建立視覺化輻射防護系統
汪子文先生	國內天然放射性物質的輻射防護現況與發展

專題報導

核能電廠附近民眾輻射安全宣導

核能電廠輻射安全素為全國人民關切之重要議題，為增進環境輻射安全管制資訊之透明化，並結合社區民眾共同發揮監督功效，原能會於 93 年 10 月 29 日假金山青年活動中心辦理核能電廠附近民眾輻射安全宣導，邀請對象為三芝、石門、金山及萬里四鄉鎮的鄉公所職員及當地中小學教職員工參加，內容包括輻射的應用與防護、核安監管中心簡介、環境輻射監測現況說明與基本輻射偵測儀器介紹及操作等，



圖三 歐陽主任委員在輻射防護新趨勢研討會致詞



圖五 蘇副主任委員主持民眾宣導會



圖四 輻射防護新趨勢研討會講員合照



圖六 民眾宣導會進行狀況

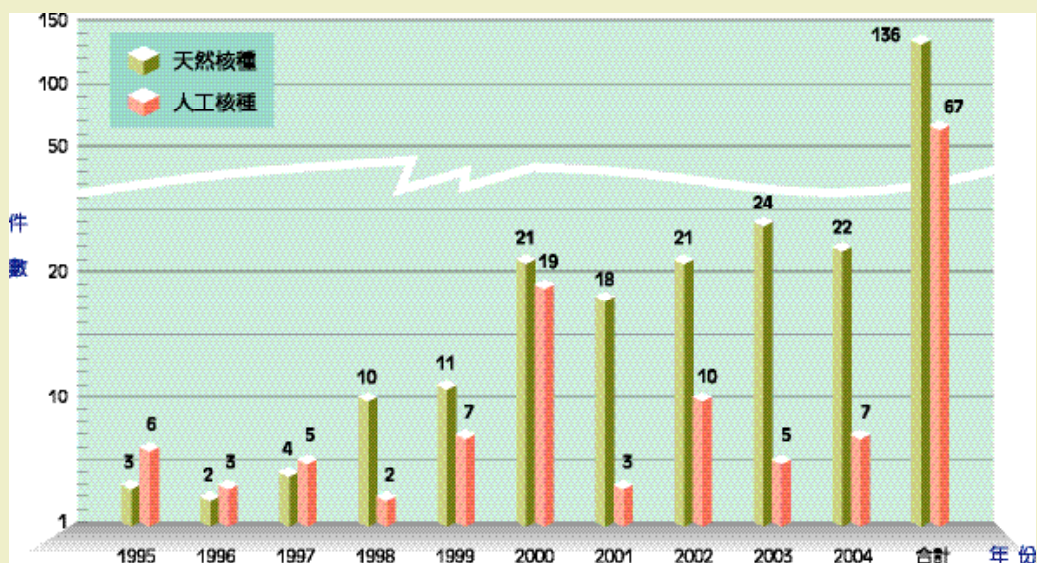
另外安排30分鐘的綜合座談。

核能電廠附近之環境輻射與其他地方比較，並無明顯異常，透過與民眾面對面溝通的機會，強調原能會管制成效及原能會一向堅守「嚴格監督、安全至上、強勢管制、資訊公開」之精神，讓民眾對原能會之游離輻射的管制有更深入了解，對於輻射防護工作的推展落實將有所助益。

推動鋼鐵廠輻射作業輔導

一、輔導國內鋼鐵廠建立輻射偵檢制度

為加強鋼鐵廠之輻射偵檢效能，提昇其輻射偵檢作業及管理品質，並建立緊急處理輻射異常物之能力，原能會於93年3月1日起對設有熔煉爐之鋼鐵廠進行輻射偵檢作業輔導。經此次現場勘查，已可掌握國內熔煉爐鋼鐵廠輻射偵檢作業之實際狀況，並對各廠之執行能力、作業流程及廢棄物處理等建立檔案。此輻射偵檢制度至93年12月底已有203次成功地從進廠之廢鐵中發現輻射異常狀況，有效的防止輻射污染物質或廢棄射源熔於鋼鐵製程之可能，充分發揮防止輻射污染成效。



圖七 輻射異常物核種別統計圖

二、加強對廢鐵供應商宣導輻射安全

針對廢鐵供應商加強宣導潛在輻射污染源之問題，原能會特委請清華大學退休教授翁寶山博士將歷年來所發現之輻射異常案例彙編印製成「輻射異常物之檢測與管制」宣導手冊，提供鋼鐵業者作為輻射安全宣導資料，期能有助於業者瞭解輻射異常事件的處理程序以及輻射的偵測與防護。

審查醫院迴旋加速器申請

迴旋加速器之設置須經原能會安裝許可、試運轉許可及生產許可等 3 階段之審查，審查合格後方可生產放射性物質，茲將 3 階段審查略述如下：

- 一、安裝許可階段：醫療院所必須提出輻射安全評估報告、輻射防護計畫及放射性廢棄物處理計畫等相關文件，經原能會審查合格後方可進行安裝。
- 二、試運轉許可階段：醫療院所於生產設施建造完成後，須先提出試運轉計畫、運轉人員及輻射防護人員證書，經原能會審查合格後方可進行試運轉。
- 三、生產許可階段：完成試運轉後，醫療院所應於生產前 3 個月，填具申請書並檢附試運轉報告，經原能會審查合格後方可生產。

國內醫療院所所設置之迴旋加速器，目前區分為自我屏蔽及無自我屏蔽兩種，然無論何種設計，其設置場所皆須以水泥及鉛磚、板等加以屏蔽。迴旋加速器生產供正子電腦斷層掃描儀使用之放射性同位素，均屬短半化期之核種，最長為氟 18，半衰期 112 分鐘，亦即只要 1 天的時間，其活度就會衰變至約萬分之一，加上屏蔽設計，其造成之輻射安全疑慮甚低。此外，醫療院所均應定期執行環境監測並將結果送原能會備查，而原能會依法將不定期赴現場稽查。

目前申請設置迴旋加速器的醫療單位有台大醫院、高雄義大醫院及高雄阮綜合醫院，其設置須經原能會安裝許可、試運轉許可及生產許可等 3 階段之審查。審查過程中，原能會邀集國內學者、專家協助審查並赴現場勘驗，審查合格後方可生產放射性物質，故在嚴密審核流程下，當可確保就醫民眾及醫療工作人員之輻射安全。

執行大專校院輻射作業普查

原能會自93年3月起對全國使用輻射源之大專校院實施普查及輔導，並於10月5日完成全部作業。本次普查及輔導係配合游離輻射防護法（以下簡稱輻防法）自92年2月1日施行，一方面宣導輻防法之精神與規定，一方面亦為避免學校因不熟稔法規易疏失而違反規定，並藉以建立學校之自我管理及自我檢查之機制，期對於所有輻射源均能有效依法管理，達到確保輻射安全之目的。

本計畫共完成全國71所大專校院之普查及輔導，著重在建立學校之自我管理能力，輔導檢查原則以書面檢查為主，檢查項目包括各校之輻射防護管理組織、輻射防護計畫之研訂與執行、輻射工作人員之健康檢查與教育訓練及劑量監測、管制區劃分、輻射源管理、輻射防護管理定期申報及應保存與申報事項等，而許可類輻射作業場所應張貼輻射安全作業守則及標示，並視需要至輻射源實施現場之查察，其中以非密封放射性物質使用場所管制區之劃定與管制進行檢查為重點，並著重於管制區之實體圍籬，落實管制區之實質管制，同時亦配合輻防法之規定，促請各學校儘速完成人員與輻射源的執照換發。

大專校院不同於一般業者之同質性高，學校遍佈各種不同之領域，又多是學生尚在學習階段，加以教授自主性高之情況，且管理人員亦多為一般職員，增加實質上管理之困難，因此本次檢查與輔導，原能會函請教育主管機關—教育部派員實質參與配合，並且要求各校之管理階層人員能實質參與，讓其能了解以期能重視並支持輻射防護業務貫徹，由於教育部的參與，也表示出原能會重視校園安全的程度，因此增加了各校管理階層之重視，同時落實輻射防護管理組織之功能及建立完整制度，藉以達到自我管理之目標，檢查結果對於需改善者，各校亦皆能努力加以改善，本次計畫，原能會將持續追蹤至完成改善工作，以維護輻射安全。

爾後，原能會仍將廣續視需要執行大專校院相關管制與檢查，以達輻射安全管制之目的，同時配合「密封放射性物質網路申報作業系統」，督促至少每個月查核其密封放射性物質之使用或保存狀況，再加上每半年及每年之書面報告審查、核發證照及機動性之檢查機制，期能確保校園之輻射安全。

推動軍事機關輻射作業輔導

原能會自 91 年 11 月起即協調國防部共同至各軍事機關執行「軍事機關輻射源普查作業」，建立軍事機關輻射源的完整料帳清冊。為辦理監察院有關「環境輻射偵測辦理績效」專案調查研究辦理情形乙案並加強「游離輻射防護法」與其相關授權辦法之宣導，同時輔導軍事機關落實輻射防護管理組織之功能及效益，乃協調國防部共同實施本次專案輻射防護業務輔導檢查。

依據「軍事機關輻射防護及管制辦法」，並協調國防部比照原能會對大專校院之輔導檢查方式，對相關單位實施輔導。為使相關輔導檢查有統一之標準，特依軍事機關之作業特性，研訂「軍事機關輻射作業管理檢查及輔導紀錄表」，並由國防部通知各單位預為準備。而國防部為使各單位能確實符合相關規定，特於原能會共同前往檢查前先實施預檢，使相關受檢資料更為齊備。

本次輔導自 93 年 3 月 1 日起開始，檢查原則以書面檢查為主，包括輻射防護管理會議及紀錄、輻射防護計畫之執行、教育訓練紀錄、體格及健康檢查紀錄、劑量監測紀錄、地區劃分及管制、儀器校驗紀錄、輻射偵測、輻射源及人員證照之管理、輻射防護管理定期申報及缺失改善之督考等，而輻射作業場所則實施管制區劃分及標示、意外事故處理程序標示、偵測紀錄等一般項目之抽查，並視需要抽檢一個輻射源實施現場之游離輻射測試，以協助其正確實施地區管制及劃分。

軍事機關不同於一般業者，管制範圍遍佈全國，且因管理人員異動頻繁，增加管理之困難。本次執行成效良好，對於發現之缺失或建議事項，各軍事機關亦均能努力改善，並期能使相關主管重視並支持輻射防護業務，同時落實輻射防護管理組織之功能及建立完整制度，藉以達到自我管理之目標。

爾後，原能會將廣續視需要協調國防部共同執行相關管制與檢查，以達輻射安全管制之目的，同時配合「密封放射性物質網路申報作業系統」，督促至少每個月查核其密封放射性物質之使用或保存狀況，再加上每半年及每年之書面報告審查、核發證照及機動性之檢查機制，期能確保人員及環境之輻射安全。



圖八 原能會說明專案輔導檢查之目的及內容

核能技術處

改變，就在一念之間—93年核安演習

經過數個月來的規劃、協調及各相關單位與民眾之賣力演出下，93年核安演習從8月30日（星期一）至9月24日（星期五），分四週於核能三廠緊急應變計畫區內實施完畢。前二週活動內容著重在核電安全之教育與宣導溝通，第三週辦理勤前教育，第四週核安演練正式登場。

一、本次演習具有下列五點特色

- （一）以「核能安全月」實施，加重實兵演練前相關民眾、教師、民意代表及公務人員之宣導教育及溝通。
- （二）結合衛生醫療救災資源，測試南部輻傷緊急醫療網運作機制與救護能力。
- （三）實兵演練以全國核子事故處理委員會（以下簡稱全委會）前進指揮所運作為主軸，兼顧分項與整體協調，針對重點項目實施深入演練，展現全委會各中心室平時準備之能量。
- （四）擴大碘片發放作業演練，為碘片分送民眾及緊急應變人員預作準備。
- （五）首次於夜間模擬核能電廠喪失電源及煙霧迷漫狀況下之消防演練，檢驗消防能力。



圖九 核能三廠緊急應變計畫區



圖十 消防演練

二、積極宣導 深化民眾參與

第一週為核安教育週，分別於地方屏東有線電視台播放宣導短片（延長至一個月），及於恆春主人廣播電台播放核安演習短訊（延長至一個月）與專訪相關業務主管，積極向民眾宣導核子事故緊急應變資訊。期間亦辦理全國核子事故處理委員會各中心室幹部及演習解說員講習，強化幹部權責認知。

第二週為核安溝通週，除透過里鄰長、幹事逐戶分發緊急應變計畫區內住戶新製作之「核子事故緊急應變民眾防護手冊及電子書」，深化民眾參與外，並辦理恆春鎮及滿州鄉公所職員、代表、村里鄰長及中小學教師說明及座談會四梯次，約 250 人參加，會後則安排參觀民眾預警系統、集結點、收容站，俾其了解緊急應變相關應變措施，增進民眾參與及提高對政府施政信心。

第三週定為勤前教育週，主要內容為辦理全委會委員或其代表講習，並實地考查核能電廠、民眾預警系統、集結點、收容站，俾深入了解緊急應變實務；另安排主管參加屏東有線電視台核子事故緊急應變座談；期間各中心室並個別辦理預演。

三、精益求精 力求完美

第四週核安演練正式登場，主要活動包括：

9月20日（週一）假屏東縣政府召開記者會及進行輻射偵檢裝備展示。9月22日（週三）上午辦理核能三廠緊急應變演習及反恐演練，夜間執行室內消防演練。9月23日（週四）上午於核能三廠兵棋室進行全委會前進指揮所程序演練，接著於兵棋室外空地進行人員、車輛偵檢及道路除污作業示範演練；下



圖十一 車輛除污



圖十二 前進指揮所程序演練



圖十三 輻傷醫療

午於屏東縣立體育館前廣場，進行輻傷通報及後送、醫療之示範演練，再於署立屏東醫院進行院內醫療實作。

9月24日（週五）上午分別於核能三廠緊急應變計畫區內進行環境偵測、取樣分析、劑量評估、民眾預警與巡迴廣播及碘片發放等實兵演練，演練動作純熟逼真。

93年核安演習的參演單位除包括全委會九個委員代表（原能會、內政部、國防部、經濟部、交通部、衛生署、農委會、屏東縣政府及台灣電力公司）及所屬任務編組之單位外，尚包括南部核災二、三級醫院及台電公司所屬之核能三廠、緊急計畫執行委員會與放射試驗室。此外，與核能三廠簽訂支援協定之海巡署岸巡大隊及恆春分局亦參與演練，總計動員約1,200名人力。93年核安演習計畫增加不少創意，在各單位通力合作下圓滿結束，各項重點演練項目均順利完成。

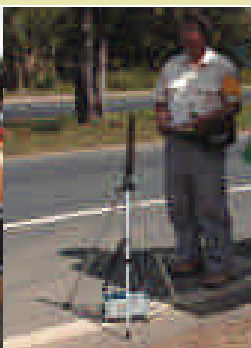
四、政府多用心 民眾更放心

研考會在93年核安演習後，再次針對「恆春鎮民眾對核能安全等相關議題的看法」完成民意調查，報告顯示與同年六月份民調結果比較，民眾知道住家附近核能電廠實施過核安演習比例上升6.2%，對核安演習的滿意度上升5.4%，對政府處理核災應變能力信心度上升4.8%，擔心核能電廠安全問題比例下降7.2%。顯示本次演習在民眾溝通及對政府施政滿意度之提昇，確有具體正面之貢獻。

加強平時訓練及規劃進行演習，是核子事故緊急應變二項最重要的工作，尤其演習更是提供橫縱向真實溝通平台的必要作為。過程中發現若干缺失，將



圖十四 碘片分發



圖十五 輻射偵測



圖十六 巡迴廣播

做為爾後規劃改進參考，部分經驗更可做為修正緊急應變計畫及措施的依據。全委會每次進行演習時，均抱持精益求精的態度，盼能力求完美，俾在事故發生時提供最有效的應變措施，讓損害減至最少，保障民眾生命財產安全。

原能會的一小步，民眾福祉的大進步—談碘片分送到家

核能電廠如發生核子事故，主要採取之民眾防護措施包含掩蔽、疏散及服用碘片等。適時服用一定劑量碘片之目的在防止事故時可能排放的放射性碘，積存於人體甲狀腺部位，可避免或減少放射性碘對甲狀腺之傷害。

我國以核能電廠周圍的緊急應變計畫區為碘片發放範圍，該區域之劃定係考量反應爐形式、可能發生的事故、氣象資料、地形狀況及人口分布等因素，運用電腦程式評估計算後而得到，經取各核能電廠之最大值並進位為整數後為5公里，因此，碘片發放以核能電廠周圍5公里範圍為之。

一、碘片服用時機

依核能先進國家作法，當核子事故發生後民眾之防護措施以掩蔽、疏散為主，服用碘片為輔，且服用碘片通常不會單獨實施，而是配合掩蔽、疏散採行。為有效達到保護甲狀腺之功能，碘片服用最恰當時機為放射性碘外釋之前至放射性碘外釋後6小時內，超過6小時其保護功能將遞減，全國核子事故處理委員會適時透過電視、收音機、廣播系統通知民眾服用。

二、碘片發放方式

我國碘片原採集中保管統一發放方式，平時儲存於鄉鎮衛生所、地區醫院及核能電廠內，事故時再接受中央政府指令發放給民眾及工作人員。近年來事先分發碘片給民眾儲存，已為國際採行方式之一，國內部份民意亦提出相同建議；鑒此，經衡量國際趨勢、民眾需求及應變作業考量，原能會即規劃採取事故前預先發放與集中保



圖十七 核安演習之相關資料

管事故發生後再發放兩種併行方式。

碘片需求量以每人四日份（一般而言一日份表示藥效可維持24小時）為基礎，其中兩日份碘片將預先發予民眾保管（美國亦發放兩日份），其餘兩日份，維持現行集中保管方式，於事故發生後，視需要再發予民眾。

三、碘片服用之民眾宣導

經先期作業後，原能會於93年11月24日召開「更新碘化鉀（碘片）藥品發放方式與貯存地點協調會」，決議請地方政府衛生單位於12月底前辦理「碘片發放宣導說明會」，說明碘片功能、貯存及使用時機與應注意事項。

臺北縣金山鄉、萬里鄉、石門鄉及三芝鄉等衛生所於93年12月13日至24日間共辦理九場說明會。屏東縣衛生局亦於20日至31日於恆春鎮及滿州鄉辦理十場說明會，讓民眾瞭解原能會的政策並聽取民眾意見，經過19場說明會共2,210人參與，民眾大都肯定政府的新政策。

94年原能員會將繼續協助地方政府規劃發放細節，並配合發放人員對緊急應變計畫區內以村里行政區域為範圍之每一民眾，分送兩日份之碘片，且請衛生醫療人員將碘片貯存、服用時機及服用應注意事項再詳細說明，並定期進行教育宣導，讓民眾能更瞭解政府政策。

原能會衡量國際趨勢、民意需求及應變作業考量，將預先發放兩日份碘片給民眾，政策的調整，雖然先期的規劃及後續的行政與宣導工作繁重，然能讓民眾生活的更安心、民眾的安全更有保障，所有的努力都是值得的。在此也要特別謝謝地方政府公職人員、醫務人員及村里鄰長的配合與付出，謝謝大家。



圖十八 宣導說明會（一）



圖十九 宣導說明會（二）

核能研究所

腦神經及精神疾病診斷用核醫藥物之研發與應用

由於生活型態與生活壓力的改變、人口結構老化等問題，全球人口罹患中樞神經系統疾病者逐年增加，其中又以精神分裂症（Schizophrenia）、焦慮症、憂鬱症等精神疾病、阿茲海默氏症（Alzheimer's disease）等神經退化性疾病以及巴金森氏症（Parkinson's disease）等運動失調神經疾病影響人類生命品質及社會資源最為嚴重。因此有關這些精神與神經疾病的診斷方法、相關病理研究與藥物的研發實有緊迫需求。

核醫藥物配合正子放射電腦斷層掃描術（Positron Emission Tomography, PET）與單光子放射電腦斷層掃描術（Single-Photon Emission Computed Tomography, SPECT），提供腦部的結構性與功能性影像，是中樞神經系統疾病臨床診斷與療效評估的利器。

原能會核能研究所（以下簡稱核研所）為國內放射醫藥產業與臨床前新藥研發服務之關鍵推手，持續整合與擴散放射藥理與核醫分子影像技術，推展腦部功能與神經化學物質示蹤造影劑之研製。93年度研發內容除持續開發失智症、巴金森氏症、憂鬱症、精神分裂症等相關診斷用核醫造影示蹤劑，也以小型動物腦葡萄糖代謝與局部血流之核醫藥物示蹤影像及數據分析技術，應用於腦中風動物模式，供臨床前藥物篩選使用。

一、研製乙型類澱粉蛋白斑塊造影劑FDDNP：

阿茲海默氏症是一種腦部退化萎縮的病變，為第一常見之中樞神經退化性疾病。腦部乙型類澱粉蛋白斑塊（amyloid beta plaques）的形成是發生阿茲海默氏症的重要因素之一。（FDDNP），2-(1,1-dicyanopropen-2-yl)-6-[(2-fluoroethyl) methylamino] naphthalene 是第一個證實可用於診斷人類阿茲海默氏症的類澱粉蛋白斑塊造影劑。核研所於92年度已完成FDDNP標幟前驅物TsDDNP之製備方法，以四個合成步驟合成TsDDNP，每批次的產量約200 mg，純度大於95%以上。93年度以該前驅物進行氟-18的標幟方法研究。利用迴旋加速器生產之氟-18同位素與前驅物進行親核性氟化反應，繼之以C8 Sep-Pak column 進行氟-18-FDDNP產品的分離純化，再以高效率液體層析儀（HPLC）

及薄層液相層析儀 (TLC) 法進行氟-18-FDDNP 溶液定性與化學純度的分析。目前產量達毫居里 (mCi) 級，產率約 20~30%，標幟產物以 TLC 分析顯示放射化學純度大於 85%。為減少合成時，人員可能受到的輻射劑量，氟-18-FDDNP 半自動合成盒也在研製組合中。製備完成之氟-18-FDDNP 試劑將用於進行動物實驗及阿茲海默氏症模式基因轉殖鼠腦部 PET 之造影研究。

二、血清素轉運體分子示蹤劑碘-123-ADAM 之研製

血清素 (serotonin) 已被認為與大腦認知功能以及某些精神疾病，例如：焦慮、憂鬱及精神分裂症的病因有著密切的關係。血清素轉運體主要的機制是用來調節突觸間隙 (synaptic cleft) 中血清素的濃度。

核研所完成血清素轉運體分子示蹤劑包括以碘-123 (用於 SPECT 造影) 或碘-124 標幟 (用於 PET 造影) 的 ADAM(2-[[2-[(dimethylamino)methyl]phenyl]thio]-5-iodophenylamine)。其標幟前驅物為 SnADAM, [2-((2-amino-4-tri-n-butyltinphenyl) thio)benzyl] dimethylamine。核研所以改良新製程合成 SnADAM 每批次的產量約 300 mg，純度大於 95%。利用迴旋加速器生產之碘-123 或碘-124-碘化銨與配位子 SnADAM，在酸性環境下，藉由 5% 過氧化氫的氧化作用，進行脫錫反應。酸性環境下前驅物上的三丁基錫會脫落，同時過氧化氫會將碘化銨氧化成碘分子，與原本錫的位置形成共價結合。反應完成後注入亞硫酸氫鈉終止反應，經調整 pH 值後以 C8 管柱分離純化最終產物。製成的 I-123-ADAM，每批次產量可達 50 mCi，產率在 40% 以上。以 HPLC 測得產物之放射純度達 90% 以上。標幟後的產物穩定性達 48 小時以上。研製完成的產品符合品管規格，同時提供三軍總醫院作動物實驗，並供成大、林口長庚等醫院進行臨床實驗中。

三、多巴胺轉運體分子示蹤劑銨-99m-TRODAT-1 之研製

巴金森氏病 (Parkinson's Disease) 是由於中腦黑質細胞死亡，造成多巴胺 (dopamine) 產量不足，導致顫抖、僵硬、和動作遲緩的一種退化性疾病。目前診斷巴金森氏病的方法為症狀觀察與抗巴金森氏病藥物探測式治療。最近發展的多巴胺轉運體核子醫學造影是用來協助診斷巴金森氏病的有力工具。銨-99m-TRODAT-1, (2beta-((N,N'-bis(2-mercaptoethyl) ethylene

diamino)methyl), 3beta-(4-chlorophenyl)tropane) 為第一個經證實可用於人類中樞神經系統多巴胺轉運體造影的核醫藥物。文獻報導製備鎔-99m-TRODAT-1 採用多瓶配方法，程序過於繁複，無法滿足臨床例行檢查需要。核研所發展新標幟配方製程，標幟時僅需一次加入鎔-99m 過鎔酸鈉溶液加熱，此技術已獲得中華民國專利（發明第 136931 號）。標幟完成之鎔-99m-TRODAT-1 之放射化學純度在標幟後 6 小時內可維持 90% 以上，未標幟凍晶劑可在 4℃ 下儲存七個月以上。每批次產量 100 劑，標幟後產品規格：酸鹼值 6.5-8.5，放射化學純度 >90%，細菌內毒素 <35EU/ml，符合無菌試驗規範。大鼠急毒性與亞急毒性試驗顯示本產品為低度毒性。本產品已完成約二千人次臨床研究，證實其應用於診斷巴金森氏症之有效性與安全性。第三階段查驗登記用臨床試驗順利於 91 年 11 月完成，於 93 年 3 月提出新藥查驗登記申請，目前正依衛生署意見進行申覆中，期能獲新藥許可證後上市創造產值。

四、正腎上腺素轉運體分子示蹤劑碘-123-MIPP 之研製

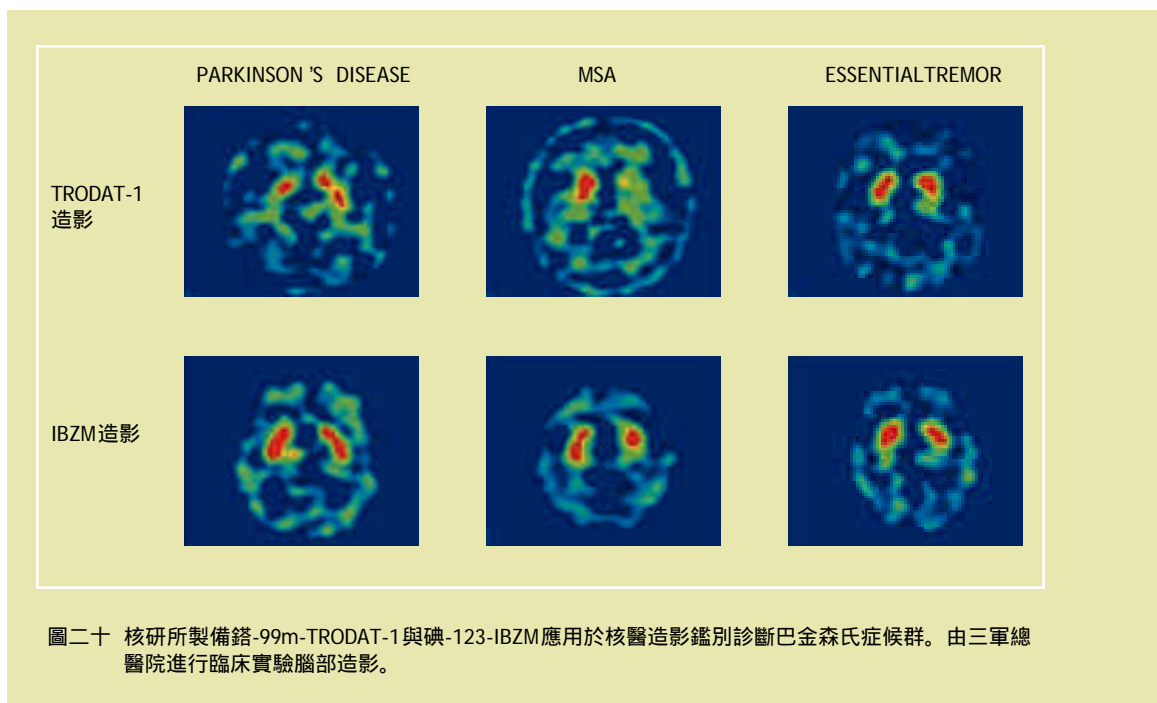
在眾多的神經傳導物質中，正腎上腺素是一種非常重要的神經傳導物質，許多研究顯示，它的傳導調控失序是許多神經精神性疾病，如：憂鬱、自殺、焦慮、與阿茲海默氏症等形成或加重的原因之一。(R)-N-methyl-3-(2-iodophenoxy)-3-phenylpropanamine (MIPP) 是在 nisoxetine 苯環的第二個位置上進行碘化之腦部正腎上腺素轉運體神經影像示蹤劑。為製備 (R)-[I-123]MIPP，核研所先以 (S)-(-)-3-chloro-1-phenylpropanol 為起始反應物，在 triphenylphosphine 及 diethyl azodicarboxylate 之作用下，與 2-bromophenol 進行 Mitsunobu 反應。再經過取代反應，可合成 (R)-MBPP 為標幟前驅物。由於 (R)-[I-123]MIPP 與 (R)-MBPP 之性質十分相近，分離純化相當費時，為謀簡化標幟反應後之分離純化，核研所又研製了新型之標幟前驅物 MSPP，(R)-N-methyl-3-(2-tributylstannylphenoxy)-3-phenylpropanamine。MSPP 因具有易離去基，易與碘離子在溶液中進行取代反應而生成碘-123-MIPP。此外，MSPP 與 (R)-MIPP 之物化特性差異甚大，易於分離，可顯著改善標幟反應後分離純化的時效。

核研所已成功合成 MIPP 兩種前驅物 MBPP 以及 MSPP，正在進行碘-123 標幟研究，預期 94 年度可獲得碘-123-MIPP 成品。

五、多巴胺受體分子示蹤劑碘-123-IBZM之研製

多巴胺第二型受體 (D₂ receptor) 和精神分裂症、吐瑞症 (Tourette's syndrome) 及巴金森氏疾病有密切關聯。由於抗精神病藥物通常會與 D₂ 受體 (D₂ receptor) 結合，利用核醫分子造影偵測該藥物與 D₂ 受體的結合率 (D₂ receptor occupancy)，用以決定藥物達到治療效果的劑量。以放射性碘-123 標識的 IBZM，((S)-(-)-2-hydroxy-3-iodo-6-methoxy-N-[(1-ethyl-2-pyrrolidiny)methyl] benzamide) 與腦部第二型多巴胺受體具有極佳的親和力。核研所研製之 IBZM 係以過醋酸為氧化劑，醋酸鉍為緩衝劑，在 pH 4 及室溫下反應，進行氧化親電子 (electrophilic) 放射性碘化反應程序，將放射性碘-123 標識在其前驅物 BZM 之苯環上。經放射性碘化反應後，以硫酸氫鈉終止反應，以飽和磷酸鈉溶液中中和，再由固相分離管柱 Accubound C-8 純化，獲得標識產率達 54-62% 產品。以 TLC 為檢定方法，測得 IBZM 之放射化學純度大於 95%。碘-123 標識的 IBZM 經 0.2 μm 之 Millipore 濾膜過濾後注入無菌瓶中，並經品管檢驗合乎核醫藥物規格，提供三總、成大、林口長庚等醫院進行臨床研究應用。

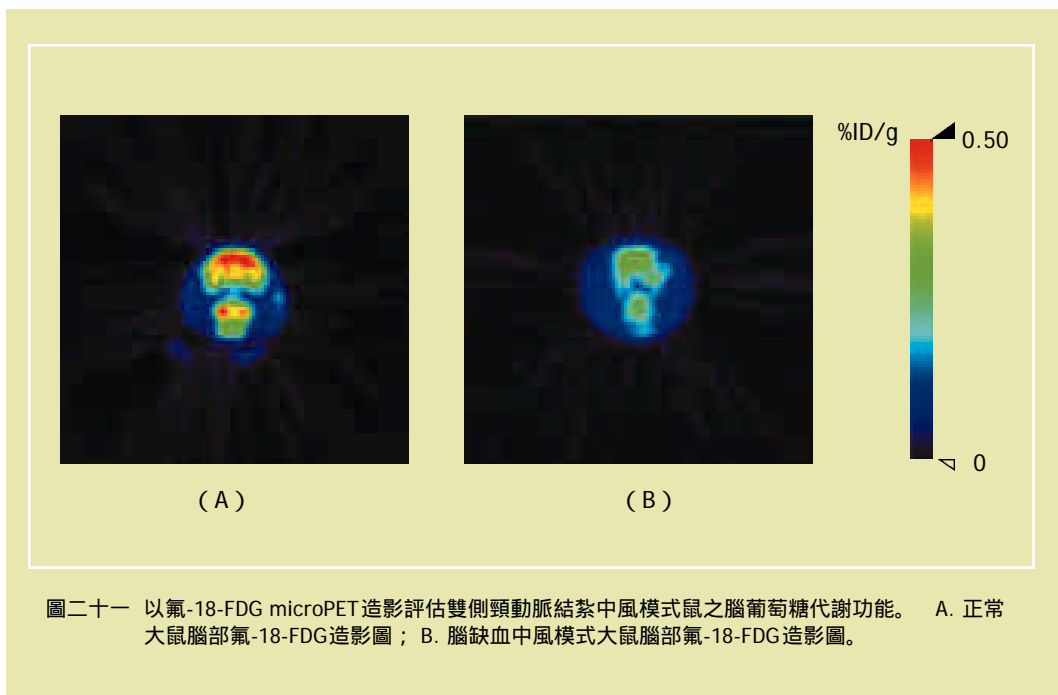
圖二十所示為三軍總醫院以核研所製備銻-99m-TRODAT-1 與碘-123-IBZM 應用於鑑別診斷巴金森氏症候群之造影結果。



圖二十 核研所製備銻-99m-TRODAT-1與碘-123-IBZM應用於核醫造影鑑別診斷巴金森氏症候群。由三軍總醫院進行臨床實驗腦部造影。

六、建立中風治療準藥物之活體造影篩選技術

腦葡萄糖代謝與腦血流分佈是腦功能的重要指標。核研所在 93 年度的研究計畫中，建立雙側頸動脈結紮腦缺血中風模式鼠，並以氟 -18-FDG 配合小型動物用正子放射電腦斷層 (microPET) 造影研究該疾病模式動物的腦部葡萄糖利用率；及鎘 -99m-HMPAO 配合小型動物用單光子放射電腦斷層掃描 (microSPECT) 造影研究該疾病模式動物的腦血流分佈。造影結果顯示中風模式大鼠腦部氟-18-FDG 之吸收值 (圖二十一) 與腦血流明顯低於正常的動物，長期追蹤造影也顯示腦部葡萄糖代謝與腦血流恢復的狀況。此兩項活體指標評估技術與學界合作應用於追蹤新開發藥物是否具有治療中風或是預防中風之神經保護功效。



七、結論與展望

鑑於中樞神經疾病情形及國際新藥研發趨勢，歐、美先進國家正推展前瞻性研究，發展多巴胺、血清素等神經受體、轉運體分子造影藥物及功能性醫學影像診斷技術，藉以探索活體神經細胞分子與生化、生理功能變異，提高疾病

診斷鑑別之準確性、適化治療劑量、降低治療副作用及長期醫療成本。核研所進行腦神經與精神疾病核醫藥物研製，實為正確策略切入點。

核研所已建立放射性同位素藥物研製的核心技術，其放射藥理實驗室亦已引進小型動物造影核心設施 microPET、microSPECT/CT，規劃建立一整合性之 microPET 和 microSPECT 影像分析技術評估抗老化與抗憂鬱症等藥物的技術平台，以協助國內新藥研發相關計畫之進行及臨床前動物實驗。放射性同位素製藥中心研發完成的中樞神經疾病診斷藥物，於醫用 PET 與 SPECT 之臨床試驗則由各醫學中心進行，合力完成上中下游之合作，落實研發成果。部分核醫藥物已為我國生技產業提供技術與應用服務，期望新藥上市後，創造產值並嘉惠病患。

核能安全評估技術在國內防災體系應用之展望

公共安全眾所矚目，防災科技漸受重視，核研所利用從事核能電廠安全度評估（Probabilistic Risk Assessment, 簡稱 PRA，俗稱「風險評估」）及非破壞檢驗逾二十年之經驗，可協助相關單位針對橋樑、大樓、化工廠、電力系統、天然氣儲存及運送、與軌道車輛系統（含鐵路、捷運、高鐵）進行安全評估及檢驗，並據以提出改善建議供相關單位事先防範災害之發生。

風險決策並不只是被動的處理與應變，也不只是災害事後的救助，如果我們能想多一點，能夠分析風險可能的成因，掌握風險擴散的動向，就能找到事先預防的方法，或是順勢而為的契機，甚至可能藉著行動轉化風險，化危機為轉機。預防重於治療的觀念，其實可以用在比疾病預防更多的地方；事先風險的分析與評估，會比事後的補救還能節省成本。

經過長達六年的開發，核研所研發之「核能電廠風險監視系統」已受到國際核能界的矚目，於 93 年 6 月與 8 月間分別獲得 Nucleonics Week（週刊）及 Inside NRC（雙週刊）等主要國際核能科技媒體的專文報導。此外國際原子能總署（IAEA）亦在 2004 年所出版的「風險監視系統（Risk Monitors）」專題報告中，彙整當今世界各國至 2004 年 120 個核能電廠的風險監測系統，並選取 12 個最具代表性風險監視系統進行比較。核研所研發的第二代核能電廠風險監視

系統（簡稱 TIRM-2）（如圖二十二）被 IAEA 列為近期最重要且功能最完備的風險監視系統，不啻說明我國 TIRM-2 的研發居於世界領先地位，並使得國內運轉中核能電廠的核能安全也得到更堅實的保障。

「核能電廠風險監視系統」即為 PRA 相關技術的具體應用。眾所周知，PRA 即是一種透過詢問、

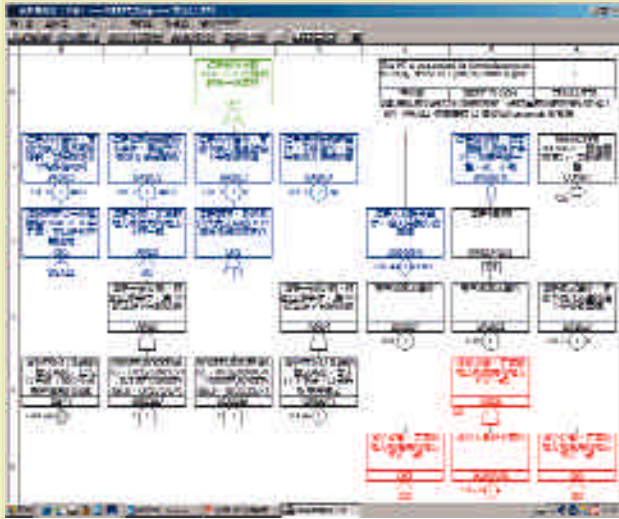
分析並解決下列三大問題的科學：一、那裡會出錯（What can go wrong）？二、出錯的可能性有多高（How likely is it）？三、出錯會造成什麼樣的後果（What are the consequences）？

就我國而言，PRA 的歷史可謂起源甚早，74 年在原能會的主導下，即已完成核能二廠的 PRA 報告，而核能三廠與核能一廠也陸續分別於 76 年與 80 年完成。此三個 PRA 研發奠定了我國核能 PRA 的技術基礎。76 年核能三廠 PRA 報告中曾建議增設第五台柴油發電機，使得在 90 年 3 月 18 日，也就是 14 年後，及時化解核能三廠廠區全黑 3A 事件中的潛在危機。隨著 PRA 技術的進步以及電腦應用的普及，84 年與 86 年核研所與台電公司以此三個 PRA 研發為基礎，分別完成三座運轉中核能電廠 PRA 模式的活態化，使得 PRA 的應用更為便利，並符合國際間的潮流。

另外，「核能電廠風險監視系統」的姊妹產品「核研所中文故障樹分析套裝軟體 INERFT」（如圖二十三）也適用於許多不同產業。故障樹分析是以精密之演繹推理邏輯方法從預想的失效結果，推導造成此一結果的原因；失效事件（通常包括元件失效與人為誤失）的組合會造成整個設施的失效，欲使用故障樹分析獲得定性的失效事件組合，以及評估其設施失效的機率（定量），則需要複雜的分析軟體，分析結果可分別以定性或定量方式指出重要性較高的設備，作為系統運轉、維護及研擬改善措施之參考。西元 1960 年代故障樹分析



圖二十二 TIRM-2 之功率運轉期 CDF（爐心熔損頻率）與 LERF（早期輻射大量外釋頻率）風險趨勢圖



圖二十三 INERFT 程式畫面顯示

(FTA) 概念被提出，原是應用在非核能領域。1970年代美國方開始應用以故障樹分析為基礎的PRA於核能電廠。故障樹分析是工業設施的防災利器，以精密之邏輯方法推導造成設施失效的成因及失效機率，其中需要複雜的故障樹分析程式。民國75年我國發展經國號戰機時，即分別獨立自美國通用動力公司引進執行全套FTA

之技術能量，全面應用於經國號戰機之系統安全計畫上，執行全機各系統之故障樹分析。

國內應用的PRA技術之核心FTA技術，除自國外移轉外，其中所需的故障樹分析程式也是國外的產品。核研所從事核能電廠PRA研發工作已有多年，基於獨立自主及技術生根，自85年開始醞釀自力開發一般產業界使用之故障樹分析程式，並建立了完整的PRA研發能力。自力開發另外呈現的意義包括：一、可配合個人電腦軟硬體快速變遷，隨時對程式更新改善，二、核研所或國內其他用戶遭遇到的問題，可獲快速即時的支援回應，三、可因應自身的要求或客戶的要求量身訂做，設計合適、合用的程式；而PRA方法亦在此方面扮演極重的角色。核研所PRA團隊自力開發完成防災利器 - 超大型故障樹分析軟體與風險監視系統，配合已發展成熟之PRA技術，可擴大應用於國內一般工業。91年5月起並已透過核研所網頁，提供自力研發之「INERFT」試用版，供作公共工程相關產業從業人員評估系統可靠度及安全度的工具。92年3月迄今業已分獲漢翔航空公司、國立清華大學、明新科技大學與龍華科技大學各採購乙套。

核研所之PRA技術，除持續應用於核能領域外，目前更積極推廣到其他民生工業領域之應用，諸如將自行研發成功之故障樹求解程式應用到前述之航太飛安上，以及將該程式應用到科學園區知名半導體廠之製程良率提昇暨可靠度改進專家系統上。另為推動核研所PRA技術與經驗，核研所於90年12月間及

專題報導

91年4月間兩度應台北捷運公司邀請至北投訓練中心舉辦為期三天之「安全度評估方法簡介課程」；曾建議包括捷運車站火災、隧道火災及水災之PRA之規劃應於設計階段就納入考量。將來可考慮與行政院公共工程委員會共同舉辦PRA技術研討會，將PRA之技術推廣至國內工程公司及政府之公共工程主辦單位。93年12月20日於核研所舉辦首屆「安全度評估（PRA/QRA）於非核能領域之應用」國際研討會；推廣PRA技術應用在航太工業、環保工業、防恐、軌道車輛系統（含鐵路、捷運、高鐵）、天然氣儲存與運送、電力系統、巨災風險管理與保險業等產業。研討會由美國麻省理工學院（MIT）之George Apostolakis教授及核研所謝得志副所長共同主持，並邀請原能會歐陽主任委員及核研所林所長致詞；由五位海內外國際級專家學者分別主講五種不同PRA非核應用領域之議題。與會國內外專家、業者包括公共工程委員會技術處楊立奇處長、中油公司朱少華副總經理、台北捷運公司工安室徐核朋主任、台電公司董事陳南鳴教授、漢翔航空公司蔡景鎧經理、清大學務長李敏教授、香港工程師學會核能組現任與前任副主席等共達120人；推廣至公共工程產業應用成效良好。除了在核能工業外，我們也逐漸可以看到風險定量的觀念在其他產業上的應用，例如航太工業、軌道車輛系統、天然氣接收與儲存、電力系統、環境污染與天然災害防治、甚至於國土保安與防恐等攸關基礎或民生建設的領域。例如美國的航空太空總署（NASA）在經歷了幾次大型事故之後，近年來也完成了太空梭的PRA；高雄捷運公司也逐漸要求相關包商必須完成所謂的「系統保證」評估，亦即可靠度、妥善率、維護度與系統安全的評估，其中也牽涉到風險的半定量評估；其他包括勞委會、中油公司與電子產業，也已陸續看到對於PRA的重視及相關分析方法的推廣實例。這些應用，讓我們相信風險的定量與管理在國內將逐漸成為一個更重要的工具，甚可蔚為一個產業。

公共工程之品質及土木結構之老化向為國人所重視，核研所近年來並積極進行土木相關之非破壞檢測應用研究，開發超音波、電腦斷層式透地雷達、敲擊回波等檢測技術，除了應用於核能電廠之檢測外，亦已廣泛地應用於各種公共設施之安全與維護檢測上，例如谷關水壩裂縫檢測（如圖二十四）、中正機場跑道檢測（如圖二十五）、捷運連續壁裂縫深度量測與強度檢測、橋樑裂縫深度檢測、鐵塔基樁深度量測、東西向快速道路箱型樑強度評估、隧道襯砌裂縫及厚度檢測、國宅基地檢測等等。核研所非破壞檢測實驗室並與國內多所大



圖二十四 921地震後谷關水壩裂縫檢測



圖二十五 中正機場跑道鋪面透地雷達檢測

學、工程公司、技師公會及台灣營建研究院等單位，建立良好之合作關係，可共同為國內的公共工程安全貢獻心力。

另外國內三座運轉中核能電廠之防火規範，原來是以條例式的防火法規 10CFR50 Appendix R 為主，美國已有許多核能電廠因未能獲得合格防火材料，窒礙難行而紛紛申請豁免。近年來隨著防火工程技術的進步，並對各種火場現象進行更深入的試驗，以往僅能保守地定性描述的參數或現象，已能夠以 PRA 技術佐以風險告知、量化試驗分析的數據呈現出來。又傳統的防火技術亦朝著性能式設計演進，以突破以往條例式設計的瓶頸，核研所規劃建立國內特殊建築防火性能實驗室，譬如可就電纜火災危害模式與延燒分析之建立並進行相對應性能驗證，也期望能逐漸推廣應用到國內防災體系。

在真實的世界並無絕對且百分之百安全的系統或設施，能做到的是如何去瞭解風險並合理地降低風險。所以談安全，應指對風險進行全面而有效的事前管理，按照風險比例高低投入相對應比重的資源，進行改善，以降低風險；即就有限的資源將錢花在刀口上。工業界倘能依 PRA 結果，進行積極的風險決策管理，藉由了解風險可能的來源，找到事先預防的方法，即可化危機為轉機。例如前述之核能三廠於 90 年 3 月 18 日發生 3A 事件，其潛在問題在十多年前核能三廠 PRA 評估便已列出改善建議，並因其改善而令該事件未再惡化，此足以確認 PRA 技術之效益。核研所並期許在 94 年度內爭取 PRA 技術應用在石化產業

液化天然氣接收與傳送系統相關委託計畫之立案，以及能夠完成消防設備性能實驗室的規劃，並在中長期方面就所擇定產業作推廣與技轉；綜合前述，是以將成熟的核能PRA技術應用到國內防災體系的潛力與效益是指日可待。

熱電漿技術之開發與應用

固態物質加熱後變成液態物質，再繼續加熱變成氣態物質，氣態物質再加熱至幾千度時，由於物質分子熱運動加劇，相互間的碰撞就會使氣體分子產生游離，形成正離子、電子、原子和分子等粒子所組成的物質第四態，稱為電漿（Plasma）。電漿依溫度的差別可大略區分為熱電漿（Thermal plasma）和冷電漿（Cold plasma），電漿火炬為熱電漿源的一種，其中心高達10,000 以上的熾熱溫度可產生1,400~1,650 的高溫操作環境，其強烈之熱輻射使得熱傳效率優於傳統火焰，高溫反應區之反應速率亦比燃燒快十倍以上。自1980年代開始，電漿岩化技術應用於有害事業廢棄物及放射性廢棄物之處理日益受到重視，該技術即是以電漿火炬將廢棄物中可燃性物質及非燃性物質於熔融爐內同時進行氯化減容和岩化處理，以獲得高品質之熔岩固化體，達到減容、去毒、固化及資源化等多重目的。近年來，美國、歐盟、日本等工業先進國家均積極投入電漿熔融爐系統之研發，在低放射性廢棄物、有害工業廢棄物及灰渣熔融處理等應用上均獲得不錯的成果。電漿熔融在日本已成為灰渣熔融資源化處理的主流技術，國際上並有多家公司已具備實際商業運轉實績。

核研所於82年7月起陸續展開一系列的系統化研發工作，由自行研發設計電漿火炬關鍵性技術開始，自小功率（20千瓦）至大功率（3,000千瓦）電漿火炬循序漸進，開發出一系列的直流電漿火炬系統（如表二），以因應各階段應用的需求。廢料熔融處理程序則由小量樣品測試、55加侖整桶熔融及粉體連續熔融水淬資源化驗證，奠定熱電漿技術應用的基礎，核研所電漿熔融爐開發歷程如表三所示。2005年核研所預定完成3,000千瓦直流電漿火炬系統開發，可將單一電漿爐的處理量提昇至每日70公噸以上，以適應工業應用之實際需求。

表二 核研所電漿火炬開發現狀

火炬型號	操作模式	輸出功率 (kW)	開發期間
INER-20RF	直流 / 射頻混合型	20	1993~1994
INER-100NT	非傳輸型	100	1994~1996
INER-1200T	傳輸型	1,200	1996~1998
INER-10NT	非傳輸型	10	2000~2001
INER-1000NT	非傳輸型	1,000	2003
INER-3000NT	非傳輸型	3,000	2004~2005
INER-3000T	傳輸型	3,000	2005~2006

表三 核研所電漿爐開發現狀

電漿爐型號	操作模式	火炬功率	處理量 (公斤 / 小時)	開發期間
INER-PF10	批次進卸料	100 kW × 2	10	1995~1996
INER-PF250	批次進卸料 (55加侖桶)	1200 kW × 1 100 kW × 1	250	1998~2001
INER-PF250R	批次進卸料 (55加侖桶)	1200 kW × 1 100 kW × 1	250	2001~2005
INER-PF450	連續進卸料	1200 kW × 1 100 kW × 1	450	2004~2005
INER-PF1000	連續或批次進卸料	1500 kW × 1	1,000	TBD
INER-PF3000	連續或批次進卸料	3,000 kW × 1	3,000	TBD

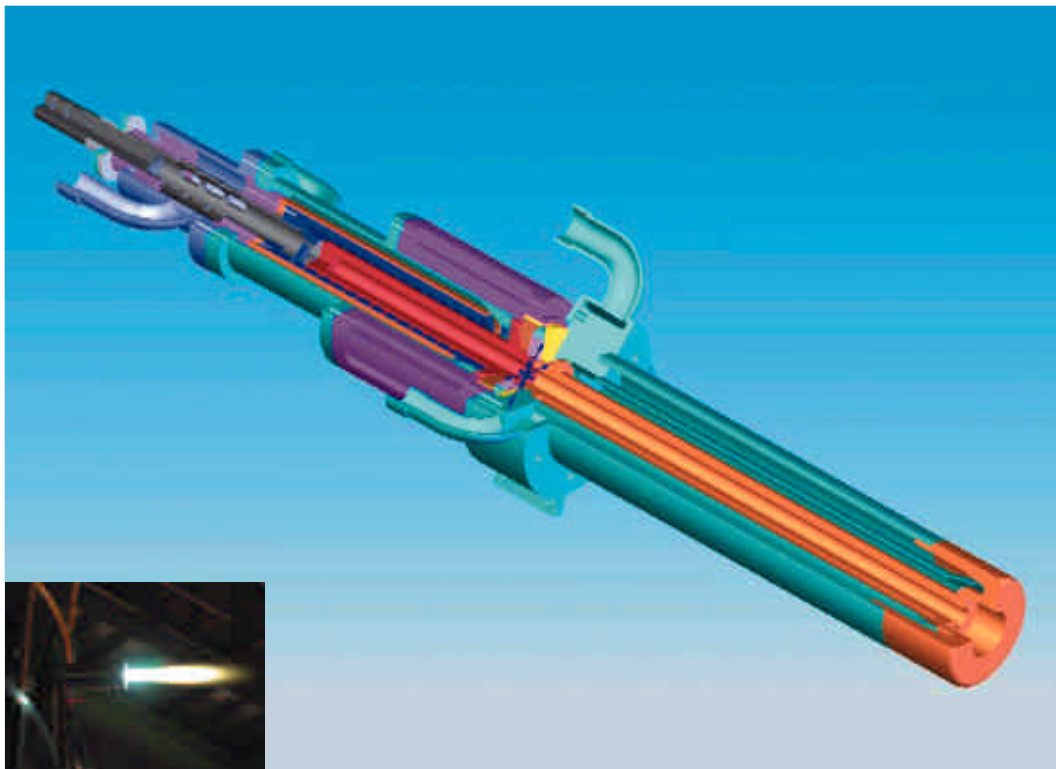
核研所首先成功開發一套 20 千瓦之 DC/RF 電漿火炬，用以評估電漿火炬的效能及規模化的可行性，並於 1996 年研製完成 100 千瓦之非傳輸型直流電漿火炬（如圖二十六）、坩堝型電漿熔融爐及處理量 10 公斤 / 小時之電漿岩化系統，經各類模擬放射性廢棄物熔融處理測試，獲得極佳減容效果及高品質熔岩（抗壓強度 400~3,000 kg/cm²，元素滲濾指數 8~15），遠優於我國最終處置之相關法規要求（放射性廢棄物固化體抗壓強度 >15 kg/cm²，元素滲濾指數 >6）。

1997 年核研所完成 1,200 千瓦直流電漿火炬系統（INER-1200T）及先導型電漿焚化熔融爐（INER-PF250）之研製，進行 55 加侖桶裝廢料電漿處理程序的開發及系統功能驗證，並配合國家重大施政計畫之推動，於 1998 年自行規劃建造一座處理量 250 公斤 / 小時（6 噸 / 天）之放射性廢棄物電漿焚化熔融廠。

專題報導

(INER-PF250R)，與原有處理可燃性廢棄物的放射性焚化爐共用同一套廢氣處理系統。放射性電漿廠已於2001年底建造完成，主要系統設備全部委由國內廠商承包製造及安裝，自製率幾達百分之百，實際落實技術本土化目標。電漿廠經模擬放射性廢棄物及工業有害廢棄物之長期試運轉測試，於2004年達到250小時連續運轉的階段目標；全廠之運轉，完全符合環保及輻防之安全標準。預計正式運轉後，每年可處理1,000~2,000桶低放射性固體廢棄物，處理後之熔岩約400~1,000桶，減為原來容積的1/5~1/2，將可有效紓解倉貯壓力，並節省廢棄物固化體最終處置之鉅額費用。

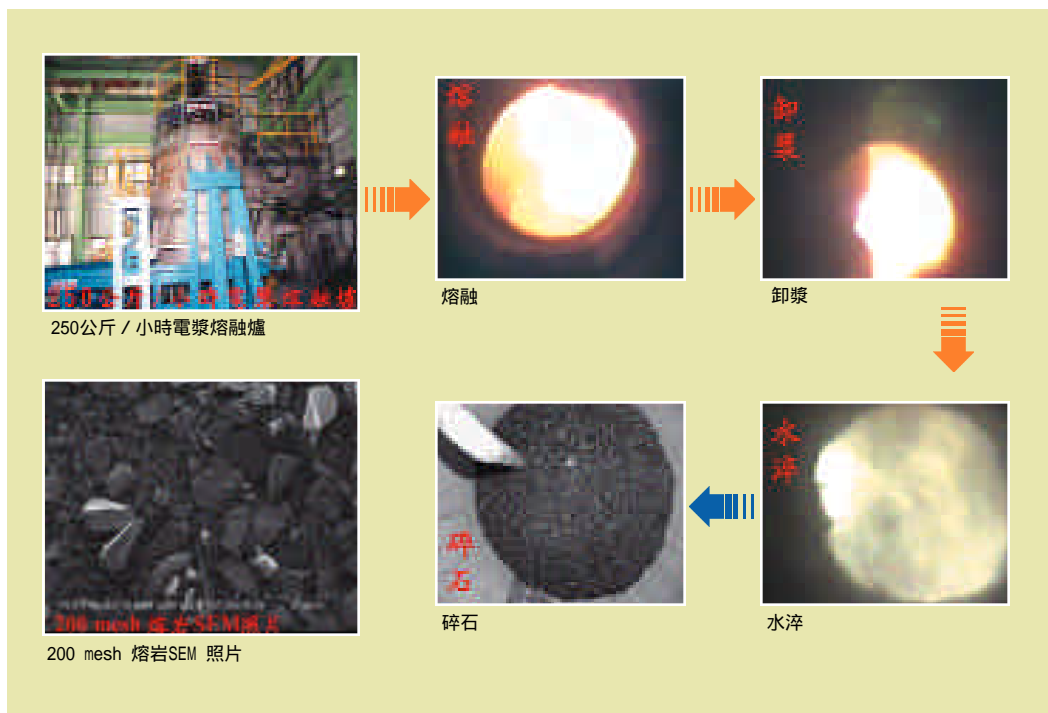
核研所的熱電漿技術除了用以處理放射性廢棄物之外，亦可推廣應用於都市垃圾焚化灰渣及事業廢棄物的處理。台電公司為尋求核能電廠低放射性雜項固體廢棄物的有效處理方法，委託核研所進行「核能電廠低放射性廢棄物電漿岩化處理程序開發」相關研究，獲得許多有價值的結果，將可做為後續建廠處理的參考依據。台灣垃圾焚化廠總數未來數年內將達27座，總垃圾處理量約900萬公噸/年，垃圾經焚化處理後，每年會產生底灰約200萬公噸及飛灰約



圖二十六 非傳輸型直流電漿火炬立體模型與運轉照片

50公噸。飛灰因溶出試驗超過有害事業廢棄物認定標準，屬有害物質，須適當處理／處置，才不會造成環境的衝擊。行政院環保署為有效處理都市垃圾焚化爐飛灰及反應灰，於2003年11月起與核研所合作開發「焚化爐飛灰電漿熔融資源化處理技術」，並於2004年7月在核研所設置完成一座都市焚化灰渣電漿熔融資源化雛型系統，用以開發焚化灰渣電漿熔融水淬資源化處理程序（如圖二十七），並建立本土化技術能力。本系統目前已完成初步功能測試，並產出高品質之水淬熔岩，符合資源化應用的標準，可直接做為路基骨材，或再製成玻璃陶瓷、透水磚、熔岩藝品、泡沫熔岩等綠色產品（如圖二十八），提昇附加價值。

核研所已建立本土化的熱電漿基本能量，除持續進行放射性廢棄物電漿處理技術之精進外，將於近期內完成3,000千瓦非傳輸型／傳輸型直流電漿火炬系統之開發，提昇電漿爐處理量至70噸／天以上，以符合工業應用的需求。此外，為降低熱電漿處理淨成本，將積極開發熔岩資源回收再利用及廢棄物電漿轉化能源程序，以增進廢棄物資源化及環境保護效益。



圖二十七 焚化灰渣電漿熔融水淬處理程序



◀ 品名：微晶材料
主原料：水淬熔岩 95%
副原料：Binder (PVA) 5%
鍛燒溫度：1150



品名：透水磚
主原料：水淬熔岩 100%
副原料：Binder、釉料
鍛燒溫度：900



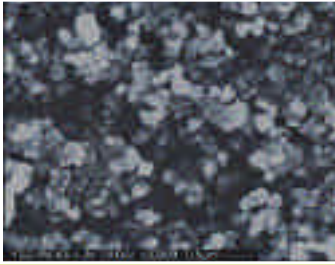
▶ 品名：藝術品
原料：電漿熔岩 50%
副原料：廢玻璃 50%
溫度：1200
成形方式：鑄模澆注

圖二十八 水淬熔岩資源化綠色產品

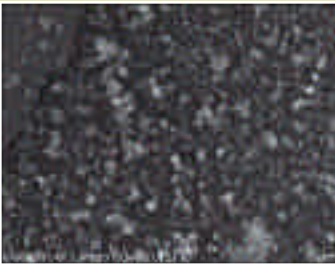
新能源技術之發展與應用

我國在過去二十年間，國內生產毛額（GDP）及平均國民生產毛額（GNP）平均年增率約為 6%；而為供應經濟發展所須之能源供給年增率平均則在 6.3% 上下，其中進口能源比例自 87%（1983 年）增加至 97% 以上（2003 年），而化石能源之比例更佔總能源之 91%。依據行政院主計處於 2004 年 11 月 4 日統計指出，2004 年 1 月至 9 月國內能源供應量較去年同期成長 11.9%，其中進口能源佔 98.1%。為維持我國經濟的持續成長，能源穩定的供應一直是政府一項重要的施政措施，加上面對京都議定書中對溫室氣體減量之國際環保壓力，國內能源之供應及使用面臨自產能源不足與化石能源比例太高兩大問題，前者攸關國家生存發展，而後者則嚴重影響生活環境品質。

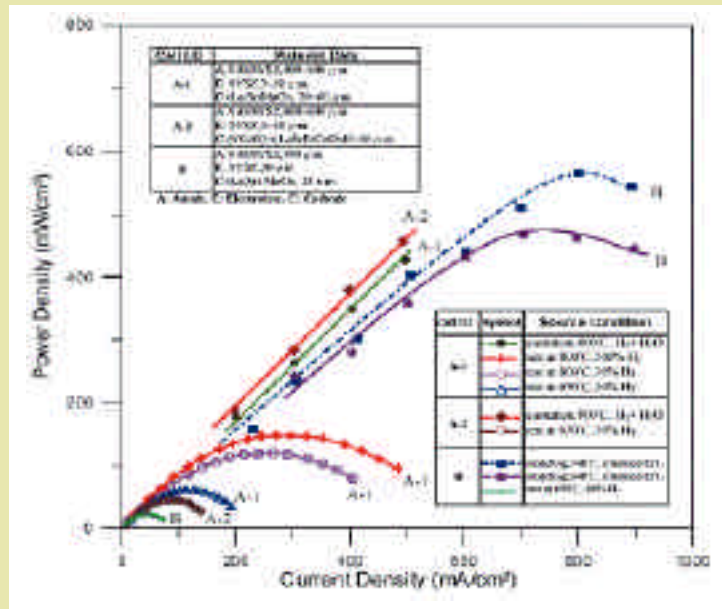
因應上述國內能源供應問題及環境保護之要求，我國能源政策白皮書明確訂定我國能源科技研發之策略，主要工作重點包括再生能源、能源新利用及節約能源新技術之研發與應用推廣。在政府推動各項科技與再生能源研發政策積



圖二十九 共沉法研製SOFC YSZ粉料 (Da~150 nm)



圖三十 電漿噴塗製作SOFC元件陽極面 (d=10-30nm)



圖三十一 SOFC電池單元放電特性量測

極作為的號召下，原能會核研所投入新能源相關研發，進行氫能、太陽光電能、風能、生質能、及新光源技術等之規劃與研究。

全面之氫能技術涵蓋氫的生產、貯存、運輸及應用等，核研所近年來致力於氫能技術之研發，研究領域包含氫的生產、貯存及應用等，在應用方面之研發，主要包括固態氧化物燃料電池（SOFC）及直接甲醇燃料電池（DMFC），而貯存之研發則專注於奈米儲氫碳材。

在SOFC研發方面，核研所從基材元件、電池堆、系統設計、效能測試評估，及模擬分析等議題皆規劃推動。目前已建立研製陽極、陰極、及電解質所需奈米級粉料之技術，其中以水熱共沉程序已可製備 150 nm 粒徑之粉料（圖二十九），而所建立之電漿噴塗技術已可噴鍍奈米結構之YSZ/NiO（50/50）陽極陶瓷膜，噴塗膜之晶粒尺寸為 10~30nm（圖三十）。此外，並建立可快速量測商業產品電化學性能之技術（圖三十一），而配合電池堆組裝，完成連接板密封材料自動塗佈之設備與技術（圖三十二）。在展示系統設計方面，針對不

專題報導



圖三十二 連接板密封材料自動塗佈設施



圖三十三 奈米儲氫碳材研製 (670 °C)



圖三十四 MWCNT (橫截面TEM)

同的整廠匹配 (Balance of Plant, BOP) 進行模擬分析。考慮各單元組件有壓力降，並在廢氣之出口壓力為 1 atm 情況下，以 GCTOOL 程式模擬，Air/Fuel = 7.0 及 4.0 且為 fully external reforming 時，整體系統效率分別為 77.8 % 及 86.6%。在燃料重組器開發研究方面，採 Steam reforming 進行混合氣預熱後進入 765~770 °C 觸媒床重組，產氣中氫濃度 75%~77%，氫氣產率 100%，甲烷轉化率則為 97.6%~100%，已可符合 SOFC 燃料氣體之規格要求。

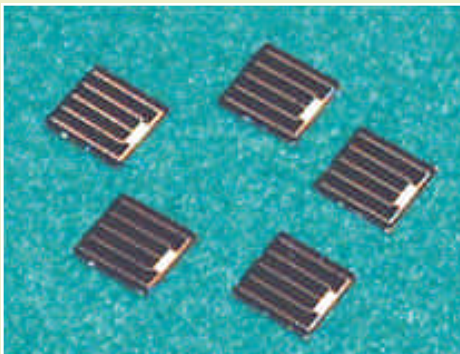
奈米儲氫碳材之研究已分別建立多項量測技術與相關系統為國內設施最完備之中心。另研究發現於奈米碳管合成製作時，增加觸媒和碳源接觸的面積，可增加初生產物之產量，目前沉積碳產量可達約 300%，而且每日產量可達 1 公克 (圖三十三)，所建立之活化或純化處理之步驟，使奈米碳材含量提昇至 95% 以上。目前吸氫量在壓力 1400 psi 時，可達 3.3 wt% (圖三十四)。

DMFC 奈米觸媒及其效能研究，經以 輻射改質之 Nafion 質子交換膜，甲醇阻抑性最高約為 Nafion117 之 3 倍 (圖三十五)。另開發出應用乙醇非水溶液之 Pt/CNT、Pt-Ru/CNT 及 Pt-Ru-Ir/CNT 製程，所製得之催化劑應用於 DMFC 之陰、陽兩極已可獲致較市售者稍好之結果 (1.5 倍發電功率)，製程中製得之奈米級 Pt 簇粒徑約在 ~2nm。在電池設計組裝方面，除已建立氣息式膜極組合 (MEA) 組裝技術外，更進一步研發電池疊堆組 (DMFC Stack)，最大輸出功率目前已達 17 W @ 70 °C，此小型 DMFC 將作為 3 C 電子產品之可攜式電源 (圖三十六)。

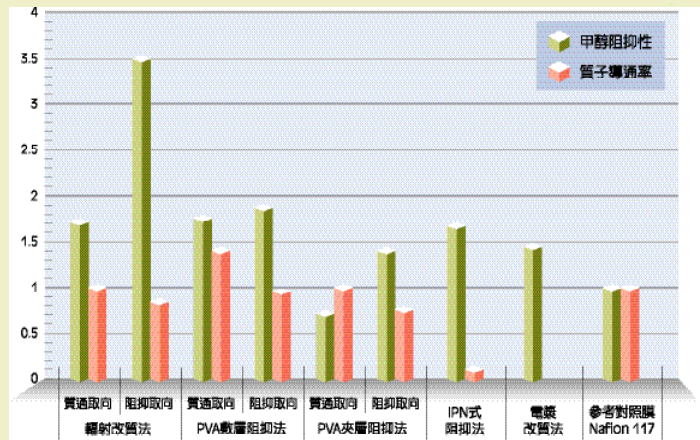
為提昇國內太陽能應用之技術及發電總量，核研所導入光能發電系統研發，主要工作包括高效率 III-V 族太陽電池、敏化太陽電池及聚光型太陽電池發電系統之研究。在高效率 III-V 族太陽電池元件研製方面，已與業界共同開發完

成單石型III-V族多接面太陽電池之製作，能量轉換效率目前達25%（圖三十七、三十八）。在聚光型太陽能發電系統方面，目前已完成聚光倍率100之聚光型太陽能發電模組的開發與製作，其能量轉換效率為19%，優於模組效率約為10~14%之商用矽質太陽電池。此外，由數個發電模組與太陽光追蹤系統結合而成的國內第一套折射式聚光型太陽能發電系統（輸出功率150W），已於核研所進行系統功能測試與驗證。

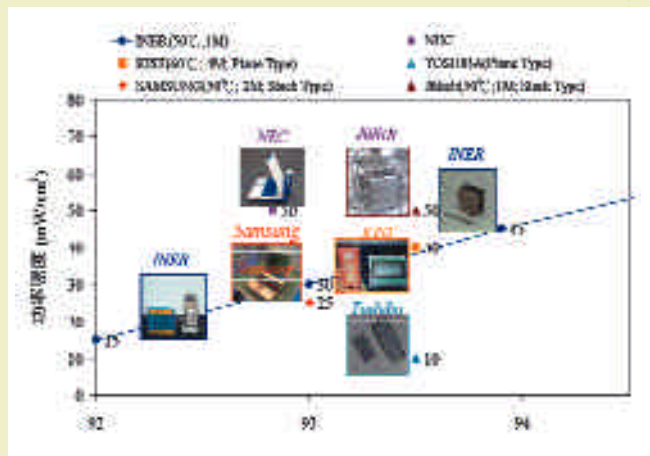
敏化太陽電池以低成本之優勢，從1990年代起開啟研究熱潮。目前效率最好的是染料敏化太陽電池，實驗室模組光電轉換效率達11%。雖然很多研究機構投入人力發展，然因染料與半導體氧化物電子傳導層間之結合穩



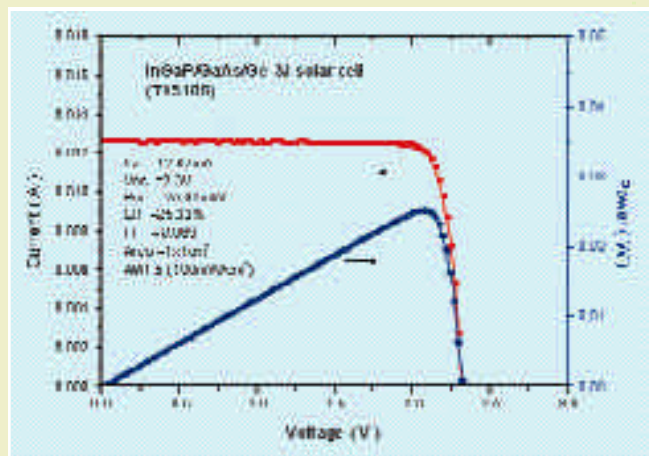
圖三十七 製作完成之太陽電池



圖三十五 INER各式改質膜之甲醇阻抑與質子導通率相對係數



圖三十六 核研所 DMFC 效能與國際其他單位之比較



圖三十八 InGaP/GaAs/Ge 三接面太陽電池 I-V 特性量測

定度無法有效延長，使得實用化尚待努力。核研所規劃以製造高電子傳導率之二氧化鈦薄膜及化學性質穩定之氮化銮量子點為目標，目前實驗室測試之光電轉換效率已達3%。

依據行政院科技顧問會議有關能源議題之規劃草案，預計台灣在2010年再生能源發電裝置容量（約514萬瓩）將佔總發電裝置容量之10%（其中風能發電14.5%、太陽光電4.7%、生質能34.9%、水力發電41.8%、地熱4%）。風力發電機以其單機發電量的多寡，約可分為大、中和小型風力發電機等參種。一般小島林立的國家如東南亞或高山林立的國家如臺灣等，裝設輸配電系統成本較高，故較適合小型風力發電機組的設置。核研所規劃在短期內（1~2年）以研製高效率（40%）小型風力發電機組為主要目標，且國內自製率要求至少80%，並開發及驗證風力發電機組相關的設計工具。中期（第3~5年）將研製百千瓦風力發電機組，長期（第6~10年）則將以研製千千瓦（MW）風力發電機組為研製載具，以提昇國內風力發電相關之技術，進而與國際接軌。

根據國際能源總署的統計，目前生質能是全球第四大能源，僅次於石油、煤及天然氣，也是目前最廣泛使用的再生能源。生質能因使用材料為廢棄物，故兼具廢棄物回收處理與能源生產的雙重效益。核研所為開發生質廢棄物能源技術，於93年度發展100 kW蒸氣電漿火炬系統，開始電漿氣化的基礎研究，並發展合成氣淨化機制及處理單元，配合建立中之SOFC系統規劃在未來幾年間開發5 kW酒精電漿重組器、觸媒重組器及氫氣生產製程技術。並建立100公斤/小時藻類等生質物料前處理及先導型電漿氣化系統，發展各類生質物料連續電漿氣化程序。此外，建立5kW生質物料電漿氣化及酒精電漿重組SOFC發電示範系統，提昇熱效率至60%以上。

在節能課題方面，新光源之開發為對社會大眾影響最直接，層面最廣之技術。其中，白光LED具有省電、壽命長、體積小、反應速率快、耐震佳與多樣化等特色，吸引各國照明工業積極投入研究開發之行列。核研所長期以來已建立APCVD及MOCVD磊晶設備及技術，同時為國內首先成功開發藍光LED，並具有氮化矽研製及E-gun、Evaporator等金屬電極元件製程之技術。核研所導入量子點發光元件之開發研究，將以白光LED具白熱燈泡7-15 lm/W之發光效率為目標。未來將追求達到20 lm/W之水準，超越白熱燈泡，達到市場應用需求。

放射性物料管理局

蘭嶼貯存場模擬測試桶棄置案始末

原能會物管局於93年8月10日上午10時20分左右接獲蘭嶼鄉民政課長反映，鄉民在蘭嶼鄉椰油村吉烽砂石場岸邊斜坡上發現疑似蘭嶼貯存場放射性廢棄物桶。原能會立即派員前往現場會同鄉公所相關人員公開執行輻射偵測與調查，棄置桶表面輻射劑量率偵測結果介於0.037微西弗/小時~0.043微西弗/小時，在天然背景輻射的變動範圍；且桶表面油漆顏色為灰色或深藍色（圖三十九），初步認定為蘭嶼貯存場之模擬測試桶，並非黃色的放射性廢棄物桶。

台電公司為增進蘭嶼貯存場廢棄物桶之貯存安全並配合蘭嶼貯存場之遷場作業，對蝕劣化桶規劃進行檢整重裝作業，遂於90年10月9日委託南寧工程股份有限公司（簡稱南寧公司）開工興建檢整重裝處理中心。南寧公司為驗證處理中心系統設備是否符合原設計功能要求，自92年年初即陸



圖三十九 吉烽砂石場棄置桶

續灌製無輻射的模擬測試桶進行測試。由於這些模擬測試桶並無輻射，南寧公司逐將測試後的模擬測試桶，運至蘭嶼椰油村吉烽砂石場處理。吉烽砂石場將部分的模擬測試桶置放於其場區岸邊的斜坡上，另將部分的測試桶在其場區內進行掩埋工作。

為確認這些棄置桶之數量與是否具有輻射，分別於93年8月16日、24日及25日將掩埋的棄置桶開挖出來，併同砂石場岸邊斜坡上的棄置桶吊至該砂石場場區之平地上，合計為261桶。經原能會派員會同蘭嶼鄉公所相關人員執行輻射偵測，偵測結果顯示棄置桶表面輻射劑量率皆在天然背景輻射的變動範圍內，澄清這些棄置桶為無人造輻射的模擬測試桶。

另監察院於93年8月17日接獲民眾陳情，要求監察院調查此次的廢棄物桶

棄置案。呂監察委員溪木及其調查官於 10 月 8 日邀請學者專家前往棄置桶現場，進行輻射偵測及調查（圖四十）。監察院於 93 年 11 月 12 日調查竣事，判定這些棄置桶，並無異常輻射，應屬一般事業廢棄物，與輻射安全無



圖四十 呂監察委員溪木調查棄置桶

涉。足以證明原能會偵測調查工作的正確性，經得起各界的檢驗。

本案發生後，原能會除 3 次前往現場進行輻射偵測外，亦隨即積極展開調查工作，於 8 月 12 日召開本案檢討會，請台電公司核能後端營運處前來報告。雖初步確認本次事件未涉及輻射安全，但相關作業仍有管理不善之處，致使外包商隨意棄置模擬測試桶，對自然環境造成影響。部份棄置模擬測試桶上之輻射示警標誌，經模擬測試後未予清除乾淨，致模擬測試桶棄置後造成蘭嶼鄉民之恐慌。原能會乃於 8 月 13 日，立即開立注意改進事項，要求台電公司蘭嶼貯存場檢討改善。原能會於 8 月 18 日發布本案之新聞稿，說明蘭嶼貯存場模擬測試桶棄置之實際狀況及輻射偵測結果；於 93 年 9 月 10 日完成「蘭嶼貯存場檢整重裝測試桶棄置調查報告」，除送請監察院查照外，並將該報告公布於原能會網站上，以說明本案之事實真像及輻射偵測結果。

原能會於 93 年 12 月 3 日再召集台電公司相關人員召開檢討改進會議，要求台電公司確實執行下列之改進措施，以防止類似事件之再發生。

- 一、加強蘭嶼貯存場外包廠商之管理與訓練：本次事件主要是台電公司蘭嶼貯存場對其外包廠商管理之疏失，讓外包廠商在無警覺之狀況下，棄置了這些無輻射的模擬測試桶。
- 二、加強蘭嶼貯存場輻射示警標誌物品之管制：由於進行廢棄物桶除補漆工作，須練習輻射示警標誌之標示工作，但測試後並未清除乾淨，以致

引起蘭嶼鄉民恐慌。因此求台電公司應加強蘭嶼貯存場輻射示警標誌物品之管制，凡具有輻射示警標誌之物品，未經許可不得移出蘭嶼貯存場。

三、加強蘭嶼貯存場物料進出管制措施：要求台電公司應強化蘭嶼貯存場物料進出時間、程序及文件紀錄管制，並要求將物料攜出時間加以記錄於物料出門證並存檔備查。

四、增進蘭嶼貯存場檢整重裝作業透明度：原能會將在網站上按月公布蘭嶼貯存場檢整重裝作業之月報表，亦要求請台電公司須將蘭嶼貯存場檢整重裝作業狀況，登載在台電公司網站，使國人充份瞭解，增加其作業之透明度。

放射性廢棄物合理解除管制國際發展現況

原子能與放射性物質的應用，難免會產生放射性廢棄物，但其中部分廢棄物對人類與環境之輻射影響微乎其微，至可忽略之程度。為了確保人員健康與環境品質，國際原子能總署（IAEA）、國際放射防護委員會（ICRP）及其他相關國際組織已有共識，認定可忽略輻射安全基準為一般人之年有效劑量不超過0.01毫西弗，年集體劑量不超過1人西弗。符合可忽略輻射安全基準之放射性廢棄物，得解除管制，依一般事業廢棄物回收使用、掩埋或焚化處理，可減少未來放射性廢棄物於實施最終處置時所需之設計容量、運送次數及處置費用。

為確保民眾健康及環境品質，並節省有限的地球資源，各國際組織（如IAEA、ICRP、歐盟、國際衛生組織等）及核能先進國家都積極研究可忽略放射性廢棄物解除管制之可行性及研擬其解除管制標準。如美國、英國、法國、德國、芬蘭、日本、韓國等國家，近年來均提出相關解除管制之研究報告及草案。其中德國、芬蘭已正式將解除管制之標準訂為國家法規，其他國家亦積極研訂中。IAEA於1996年出版TECDOC-855報告，提出固體放射性廢棄物解除管制建議值；於1998年出版TECDOC-1000報告，對醫療機構之少量放射性物質提出解除管制建議值；於2003年出版之DS-161報告，提出排除（exclusion）、豁免（exemption）及解除管制（clearance）之概念應用；於2004

年8月公布RS-G-1.7報告，正式提出放射性物質之豁免及解除管制標準。

鑑於放射性物料管理法業已授權主管機關訂定「一定活度或比活度以下放射性廢棄物管理辦法」，以解除可忽略放射性廢棄物之管制。原能會為溝通各界意見以研訂妥適的管理辦法，特於93年7月30日舉辦「2004年廢棄物解除管制清潔標準及檢測學術研討會」(圖四十一)，會議中建議宜採用IAEA於93年8月公布之標準。同時，原能會物管局為確認IAEA標準在國內的適用性，經委請核研所進行重要核種驗證工作，確認該標準可適用於國內。

原能會為增加該標準之適用範圍，除採用RS-G-1.7報告之建議外，並納入TECDOC-1000報告之建議值，做為少量放射性物質解除管制值，使該管理辦法同時能適用於核設施及醫、農、工機構所產生之少量放射性廢棄物；為達簡政便民之目的，廢棄物之外釋，申請者應提出外釋計畫，原能會係採一次通案申請核准方式(圖四十二)，不必每批外釋均需事先報准。又外釋計畫可併入廢棄物產生機構之輻射防護計畫中，以簡化申請程序。

目前原能會研訂完成之「一定活度或比活度以下放射性廢棄物管理辦法」，於93年12月29日發布實施，並已刊登於行政院公報及原能會網站。

用過核子燃料乾式貯存漸露曙光

核能電廠之核子燃料經使用一段時間而降低效率時，這些核子燃料必須替換，從核反應器退出之核子燃料，即稱為「用過核子燃料」。當其剛從反應器退出時，具有很高的放射性及熱量，必須先貯存於廠內的用過核子燃料池中冷卻，待其放射性及熱量衰減，再進行後續處理，截至94年底三座核能電廠之用過核子燃料池約貯放2,500公噸之鈾。

核能電廠之用過核子燃料池之貯存容量有限，對於用過核子燃料之管理，中期貯存已成為近年來國際上熱烈討論之議題，核能電廠推動的方式包括濕式貯存技術及乾式貯存技術，我國經評估後決定採行乾式貯存技術，乾式貯存在國際上已有18國57家核能電廠採用，其中以美國共有29家核能電廠採取乾式貯存技術營運實績最顯著，其貯存方式有水平及垂直兩種，美國Surry核能電廠之乾式貯存作業已長達20年，由於營運安全，配合實際需求，美國核管會已

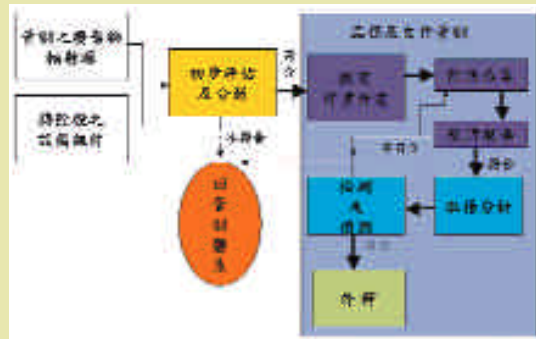
核准該廠延展使用執照之申請；可見乾式貯存技術業已成熟，安全不成問題。

台電公司於70年代即進行用過核子燃料中期貯存相關之研究，核能一、二廠用過核子燃料中期貯存計畫環境說明書分別於84年及85年經行政院環境保護署審查通過，其後台電公司辦理相關公開招標作業，由於技術要求及價格因素等原因，歷經多次流標，於93年國內核研所受邀評估，表達參與投標之意願後，使整個計畫突破了技術與價格之瓶頸，計畫呈現出活絡之現象，目前核能電廠已就相關配合措施進行評估及規劃設備設施之改善作業，並與鄰近鄉鎮展開溝通，預計於99年完成核能一廠用核子燃料乾式貯存開始營運之目標。

國內核研所從事核能技術相關研究，已累積數十年的經驗，曾於86年製造完成實驗用核子燃料乾式貯存護箱，於88年執行實驗用核子燃料回運美國處理之計畫，且曾多次執行國內核能一、



圖四十一 解除管制標準及檢測學術研討會



圖四十二 廢棄物解除管制流程



圖四十三 美國 Surry 核能電廠乾式貯存圖片（垂直式）



圖四十四 美國 Susquehanna 核能電廠乾式貯存圖片（水平式）

二、及三廠之核子燃料檢驗，對於燃料吊卸、裝罐、密封、容器運送以及相關評估技術如結構、臨界、熱傳導、密封及輻射評估與屏蔽設計等，皆有相當豐富之實務經驗。核研所除將整合其現有人力技術外，亦將引進國際上已有良好營運實績之成熟技術，希藉由技術移轉，配合國內特定環境需求進行修改，以奠定國內用過核子燃料乾式貯存的本土化技術，並同時提昇乾式貯存設施之安全。

原能會為本案之主管機關，負責用過核子燃料乾式貯存設施建造執照與運轉執照之審查與核發，為確保該設施之安全，已組成建造執照審查團隊，涵蓋結構、材料、屏蔽設計、輻射安全、核能臨界及熱流傳輸等方面領域專長，就國內外法規及相關技術研習討論，研擬完成相關領域之審查準則，同時亦籌組審查指導委員會，由具備上述專長之專家學者組成，進行本案之審查指導作業，期望經由層層審核，嚴密把關以確保設施設置之安全；又為保障施工品質，目前亦積極培訓品質保證及焊接與非破壞檢測之人才，以執行設施興建與設備製造之檢查業務。

為低放射性廢棄物找個歸宿

低放射性廢棄物因為放射性低且半衰期短，經過一段時間即可衰變成為無害的物料，只要將它們長期適當隔離處置與嚴密管制措施，對環境不會造成不良影響。自從1944年美國田納西州橡樹嶺（Oak Ridge）之世界第一座陸地低放射性廢棄物處置場運轉以來，經過數十年的營運經驗，國外運轉中或曾經運



圖四十五 瑞典SFR低放射性廢棄物最終處置場



圖四十六 日本六個所村低放射性廢棄物最終處置場

轉過的低放射性廢棄物處置場已超過 100 個，設計、發照與建造中的低放射性廢棄物處置場亦已超過 42 個。

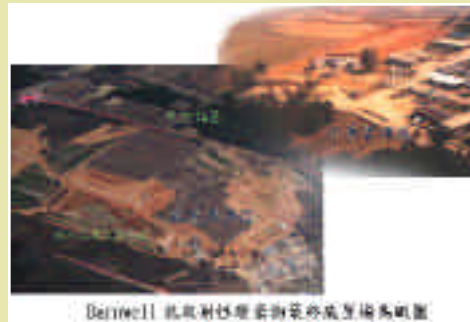
台電公司為徹底解決低放射性廢棄物問題，於 92 年 12 月 25 日依據「放射性物料管理法」規定，提報「低放射性廢棄物最終處置計畫書」送審，經原能會於 93 年 1 月 16 日完成審查核備。依據原能會核備之低放射性廢棄物最終處置計畫，台電公司將依循場址選擇與處置方式評估、環境影響評估、場址精查與工程設計、施工及營運等五個階段，循序執行低放射性廢棄物最終處置，並針對低放射性廢棄物最終處置作業有關之場址選擇與核定、場址精查與設計施工、時程規劃、計畫管理及民眾溝通等事項，提出執行規劃及明確時程之具體解決方案。預定於五年內（97 年）由行政院核定場址，十年內（102 年底前）開始進行處置作業，屆時可將核能一、二、三廠及蘭嶼貯存場存放之低放射性廢棄物，陸續運往處置場。

目前處置計畫之執行進度為第一階段之場址遴選工作，經濟部已於 93 年 7 月 15 日邀請相關機關及學者專家組成場址評選小組，展開選址作業。預定於 94 年完成潛在及候選場址之選定，隨後依環境影響評估法規定，進行候選場址之環評作業，預定於 97 年通過環評審查後，提報行政院核定場址，並向原能會申請核發建造執照。

為確保處置計畫切實依原規劃時程執行，除台電公司成立專案小組，定期檢討計畫執行成效外，每半年並向原能會提報計畫執行成果報告，原能會已邀集國內相關專家學者成立「放射性物料安全諮詢委員會」，以期廣納建言，並以嚴謹的管制態度催生處置場，使我國所有醫農工研與核能發電的低放射性廢棄物能有一個完美歸宿。



圖四十七 法國 L'Aube 低放射性廢棄物最終處置場



圖四十八 美國 Barnwell 低放射性廢棄物最終處置場

輻射偵測中心

北投石的放射性

西元1906年日本人岡本氏於北投溫泉區發現含有放射性的重晶石，命名為北投石，北投石是全世界4,000多種礦物當中，唯一以台灣地名命名的礦石（如圖四十九）。因為地熱谷地下含高溫的酸性溫泉水溶解地下的礦物元素，而在北投溪中因溫度降低而逐漸形成硫酸鉛、硫酸鋇、硫酸鐳等結晶，附著於溪谷岩石的表面，厚度約2毫米。其硫酸鋇和硫酸鉛之比為4：1，為重晶石的一種，硬度為3.5，比重為6.1，具有玻璃或樹脂狀光澤，呈白色或淡褐色，含放射性的鐳-226（Ra-226）遠高於其它岩石，在北投地熱谷溫泉之下游溪谷可發現它的蹤跡，日據時代曾公告為國寶石並禁止採掘。

偵測中心在地熱谷內的沈積物亦發現其地表加馬輻射劑量率約為鄰近地區的3倍，經以現場碘化鈉加馬能譜分析技術分析結果，主要為釷-232（Th-232）的子核種錒-228（Ac-228）、鉛-212（Pb-212）、鉍-212（Bi-212）及鉍-208（Tl-208），而鈾系子核種鐳-226（Ra-226）、鉛-214（Pb-214）、鉍-214（Bi-214）、鉛-210（Pb-210）等，含量與一般岩石的含量相近，經採樣以純鍺加馬能譜分



圖四十九 北投石表面的結晶礦物



圖五十 北投溫泉博物館外觀

析結果，代表釷-232 (Th-232) 系列子核種的銩-208 (TL-208) 為 270 貝克 / 千克，代表鈾-238 (U-238) 系列子核種的鉍-214 (Bi-214) 為 44 貝克 / 千克，比值約為 6 : 1。但分析北投石的放射性主要來自鈾-238 (U-238) 系列的鉍-214 (Bi-214)，與沈積物的放射性來源不同，經比對其它化學分析配合阿伐能譜分析結果，並未發現鈾-238 (U-238) 的存在，僅發現其子核種，因此可以推論，北投石的結晶放射性成份主要來自硫酸鐳，但因來自釷-232 (Th-232) 的鐳-228 (Ra-228) ($T_{1/2}=6.7$ 年) 及鐳-224 (Ra-224) ($T_{1/2}=3.66$ 天) 半衰期遠低於來自鈾-238 (U-238) 的鐳-226 (Ra-226) ($T_{1/2}=1602$ 年)，經過長年的衰變，北投石上的結晶礦物僅剩鐳-226 (Ra-226) 的放射性。

近數十年來由於人為的濫採及環境生態的改變，已找不到北投石的蹤跡，在北投溫泉博物館 (如圖五十) 則保存有數顆北投石供民眾參觀，其中最大的一顆其表面劑量率約 0.34 毫西弗 / 小時 (如圖五十一)，但在距離 1 公尺處之劑量率已降至天然背景輻射水平，並無輻射安全之顧慮。目前在有心人士及台北市政府的努力之下，展開北投石的復育計畫，北投地熱谷已變成一個小水潭 (如圖五十二)，並置放卵石於其上，希望重塑北投石的形成環境，儘量減少人為的破壞，偵測中心於 93 年 8 月現場勘察結果已發現少許結晶物質之輻射水平較高，但要讓北投石再生，可能需數十年甚至百年以上才可窺見其成果。



圖五十一 距北投石表面 30 公分之劑量率為 0.34 毫西弗 / 小時



圖五十二 復育中的地熱谷已被溫泉水覆蓋

綜合計畫處

政策制定

- 一、配合行政院施政績效評估制度之推展，原能會依「安全第一、簡政便民、法規鬆綁」施政理念，訂定 94 至 97 年度中程施政計畫，規劃「嚴密安全管制，確保核能安全」、「強化放射性廢棄物管理，提昇環境品質」、「創造能源與核醫產業，增進民生福祉」3項優先發展課題，以及配套之3項策略績效目標，持續推動質量併重之指標及效能分析，透過計畫、管理與控管程序來落實目標之達成度。
- 二、遵循原能會中程施政計畫之規劃理念，研擬年度施政重點，釐定原能會 95 年度施政方針與施政計畫。95 年度之施政方針如下：

嚴格執行核能、輻射及放射性物料營運之安全管制，強化保安及反恐之監管與緊急應變機制，精進管制相關技術，確保非核害家園；強化電漿技術之應用，厚植新能源及再生能源之研發，拓展核醫與輻射應用之技術，促進民生福祉。
- 三、依據原能會中程施政計畫之方向性導引與概算額度，進行研發計畫概念性整合規劃，並召開 95 年度科技發展計畫規劃會議，議定研發重點聚焦為核安、電漿、核廢（含除役）、能源、核醫及學術合作。



圖五十三 歐陽主任委員應邀出席2004年太平洋盆地核能會議及發表專題演講



圖五十四 歐陽主任委員率團出席2004年台美民用核能合作會議

開拓國際合作新局，擴展原能會國際交流

一、完成與法國、美國等核能先進國家簽署核能合作協定

原能會於本年度分別與法國原子能署（CEA）簽署「原子能和平用途合作協定」續約換函及與美國核能管制委員會簽定「熱流程式應用與維護研究計畫」及「安全度評估研究領域」合作協定（以駐美國台北經濟文化代表處與美國在台協會名義簽署），拓展原能會與法國、美國等核能先進國家核能技術交流合作。另外於本年度完成推動核能研究所與經濟合作暨發展組織核能署（OECD/NEA）簽署「核設施除役計畫科技資訊交流協定」及協助核能科技協進會與日本原子力安全基盤機構（JNES）簽訂核能安全技術合作協議，強化原能會與世界重要核能組織及日本間合作交流。

二、擴展原能會與世界核能重要機構組織人員交流

原能會歐陽主任委員於本年度率團出席 2004 年太平洋盆地核能會議（PBNC）及台美民用核能合作會議，除應邀發表「台灣核能活動與應用近況」專題演講外，並與經濟合作暨發展組織核能署（OECD/NEA）秘書長、國際原子能總署（IAEA）核能處處長、前美國核能管制委員會委員、國際輻防護協會（ICRP）委員、前韓國原子能委員會委員、美國國務院核能事務辦公室副主任等國際原子能重要機構組織官員進行雙邊會談，成功突破外交上的諸多限制。另外歐陽主任委員於本年度受邀以貴賓身份出席第 19 屆台日核能安全研討會，並推薦楊副主任委員（當時為核能研究所所長）代表訪問韓國核能相關機構，拓展我國與韓國的核能合作。



圖五十五 歐陽主任委員於第 19 屆台日核能安全研討會開幕式致詞

核子保防

一、強化核子保防整備、善盡國際公約義務

國際核子保防作業，除著重核物料相關活動之申報與查核之外，核物料料帳與防範核物料被不當轉用，亦為核子保防作業重點。2004年2月美國布希總統就防止大規模毀滅性武器擴散問題發表聲明表示：自2005年起只有在保防補充議定書（Additional Protocol）上簽字的國家才可以進口民用核能設備以及核燃料。聯合國安理會亦於2004年4月通過第1540號決議，防止非國家行為者取得大規模毀滅性武器，造成對國際和平與安全的威脅。因應國際反恐情勢，原能會於年度內完成以下重點工作：

- （一）協調美方及國內各單位，完成清華大學核物料移置案工作，將關鍵核物料集中保管並加強保安。
- （二）強化國內核子保防作業水準，赴各核設施說明國際現勢，進行工作檢討、經驗分享，解決許多現場問題，達成多項共識。
- （三）邀請國際原子能總署專家舉辦核子保防訓練課程，除學習新知，瞭解國際核子保防作業趨勢，並與國內核子保防人員就業務執行成效及補充議定書等議題進行廣泛討論與交換意見。
- （四）屢次向總署表達應減少來台視察頻次，成效已反應在今年總署來台視察次數之降低，全年計接受總署55人日單位之視察，較92年減少近四成，節省視察經費。
- （五）總署為加強防止大規模毀滅性武器擴散，更新核子供應國集團管制清單，原能會配合更新我國戰略性高科技貨品出口管制原子能相關部分管制清單，強化敏感性貨品出口管制。

本年度除前述工作外，12月援例召開年度核子保防作業協調會議，與總署、核研所、清華大學及台電等單位，進行工作討論。我國依三邊保防協定與補充議定書提送總署之各式報告以及總署來台各項視察結果，都顯示我國核子保防作業符合規定，台灣忠實履行國際義務，信守防止核武器蓄衍的承諾，嚴密管制核物料安全，在我並非聯合國及總署會員情況下，意義十分重大。

創新平時整備制度，提昇動員應變能量

遵照主任委員指示「落實平時準備工作」，確保萬一發生核子事故時，能立即動員人員、裝備，投入緊急應變新聞發布工作。創新做法如下：一、進行新聞發布室各編組成員電話通聯測試（每年二次），電話通聯測試成功率均在95%以上；二、進行新聞發布室各編組裝備堪用檢查（每年一次），並將發現缺失（僅少數缺點），函知新聞發布室各編組檢討改進；三、除辦理例行訓練講習二梯次外，新增辦理相關專題演講三次，有助於提昇新聞發布室各編組成員之專業素質。另配合93年核安演習月辦理於原能會網頁、「核能環保人」刊登專文；召開記者會、製播廣播節目、安排媒體專訪主任委員等宣導活動，向社會大眾說明93年核安演習之各項特色，增進民眾對核安演習的瞭解程度。

強化原能會首長與外界互動，型塑原能會積極正面形象

強化原能會首長與外界（包括新聞媒體、行政院、立法院及民間團體）互動，為綜計處重要業務之一。93年度除召開記者會14次，發布新聞稿20則，並安排主任委員、副主任委員暨各單位主管接受國際、國內媒體專訪計21次，及製作原能會業務專輯報導，分送各相關單位及民意代表；建構了妥適的溝通管道，呈現了原能會優良的施政績效與理念。93年4、5月間，金山核能監督委員會等環保團體為碘片發放事宜，赴總統府陳情，並來原能會抗議，經誠意溝通，已成功降低誤解；另11月間更針對行政院來函及院長電子信箱要求，妥善回應核四公投促進會、台灣環境保護聯盟等對主任委員相關質疑，適時澄清不實報導。

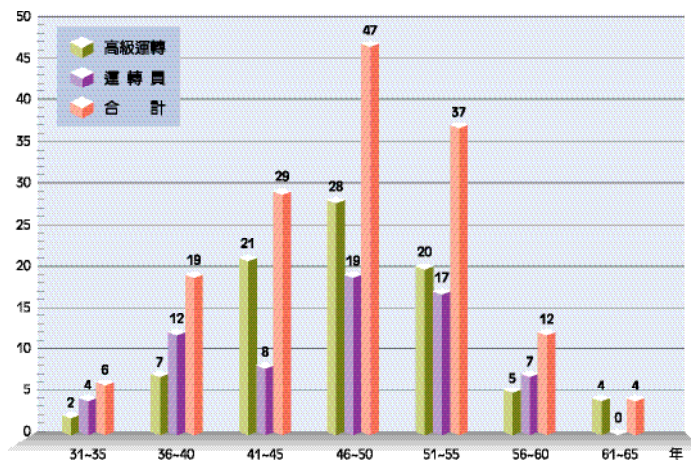
核能管制處

我國自67年核能一廠一號機開始商業運轉以來，已累積超過一百四十爐年運轉經驗，無論對運轉中的三座核能電廠六部核能機組，或對興建中的核能四廠兩部核能機組，原能會均已建立全程的核安監督機制。同時，展望未來核能安全管制趨勢，原能會核管處於93年著手擘畫「運轉人員年輕化」、「運轉人員試題題庫化」及「管制人員專業訓練及分級化」三項專案以因應挑戰，確保核能機組運轉安全。

因應挑戰，迎向未來

一、運轉人員年輕化

隨著核能電廠運轉歲月的積累，核能發電技術已趨於成熟，但相對而言，運轉人員的年齡亦隨之而逐漸攀高（如圖五十六所示），著眼於運轉技術及經驗的傳承，以確保未來核能電廠運轉安全，「持照運轉人員的年輕化」議題宜未雨綢繆，做好準備。經原能會核管處調查顯示：我國核能電廠持照運轉人員平均年齡比美國至少偏高5年以上；超過55歲者多達16人（約10%），且45歲以上持照運轉人員核能一廠約佔70%，核能二廠佔78%，10年後將造成持照運轉人員年齡偏高問題趨於嚴重。



圖五十六 我國核能電廠持照運轉人員年齡分布圖

有鑑於上述問題，原能會核管處於93年第一次核管會議中，要求台電公司研訂運轉人力養成制度，確保核能機組安全，加速人力年輕化，期使持照運轉人員服勤年齡能調降至55歲以下，徹底解決持照運轉人員年齡偏高問題。

二、運轉人員試題題庫化

核能電廠持照運轉人員之良窳，攸關核能電廠甚鉅，因此世界各國均對核能電廠持照運轉人員訂定相關的規範，藉以遴選夠資格、優秀人才投入持照運轉人員行列，我國亦不例外。現行考試制度歷經多年試鍊，雖成功地使核能電廠持照運轉人員維持良好的素質，但為使執照考試制度能更完善、更透明、更穩定，經原能會核管處以多年執照考試經驗回饋為本，並參酌國外作法，推行運轉人員試題題庫化之政策，建立完整且兼具廣度及深度之試題題庫，公布於原能會網站上，使有志於核能電廠持照運轉人員，均能清楚明瞭身為核能電廠持照運轉人員所需的專業知識及技能，進而擴大優秀人力的投入，使命題之範圍及分佈更制度化，更穩定地鑑別出夠資格之人選。

三、管制人員專業訓練及分級化

核能發電具有高度專業性質，除了第一線從事核能發電員工須具備足夠技能外，為人民把關，使人民享受核能發電所提供的能源，而無核能安全顧慮的管制人員更須接受嚴格的專業訓練，以為核能安全的守護者。93年原能會核管處為使所有核能安全管制人員在既有的專業基礎上精益求精，廣泛邀請國內、外專家學者以每兩週乙次為原則，進行專業研討，同時亦一併規劃序列專業課程，預定於94年實施。

確保核能電廠安全運轉，使人民免於輻射傷害，是原能會的職責，而欲完成此項使命，則有賴第一線專業視察人員敬業的奉獻。原能會有感於核能電廠專業的多樣性，亟思加以統合，以系統化的精神，俾能發揮整體功效，產生倍數效果，進而確保核能安全。乃於93年進行視察人員分級化，將視察人員分為視察員及資深視察員兩級，並設有各級所需之專長與歷練，期使視察人員能各司其職、發揮所長，並賦予資深視察人員較重的責任，兼顧經驗傳承與視察縱深。

綿密管制，確保安全

一、核能電廠視察

核能電廠現場視察為核能管制作業的重點之一，目的在瞭解並掌握核能電

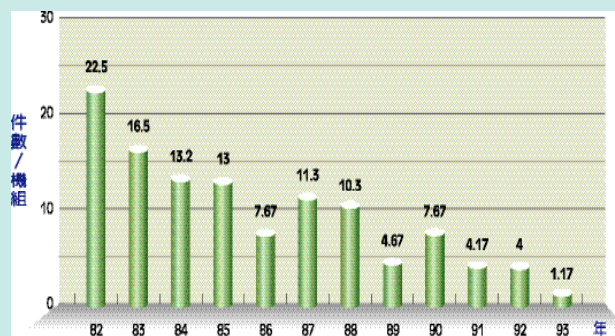
廠的所有活動狀況，證實其作業皆能符合核能安全的要求。鑑此，原能會每年均會投注大量人力執行不同類型的視察，如透過每日派員駐廠，隨時掌握核能電廠動態者為駐廠視察；機組歲修時執行核能電廠重要設備維修作業視察，以確保維修品質者為大修視察；以系統化、整體化的團隊視察運作模式以更精進核能安全，發掘電廠可能存在之缺失；對於興建中核能四廠重要設備的設計製造，原能會亦實際派員赴廠家執行現場品保稽查，以增進未來設備使用的可靠性者為設備製造稽查等類。93年總投入人力及發出駐廠視察備忘錄、違規事項、注意改進事項如表四。

二、異常及急停事件管制

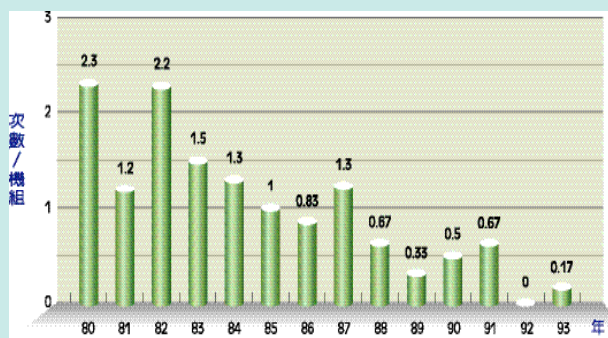
各核能電廠若發生安全相關之異常事件及急停事件時，原能會除要求營運單位提送報告供審查外，急停事件則另召開專案會議檢討肇因，電廠須於查明事件肇因後，提出改善措施，經原能會審查通過，機組才可再起動。93年原能會共進行七項異常事件及一件因汽機控制系統控制器故障所造成急停事件之審查工作，歷年之統計資料如圖五十七、五十八所示。

表四 核能電廠視察人力及結果統計表

項目 \ 廠別	核能一廠	核能二廠	核能三廠	核能四廠	總計
視察備忘錄 (件)	37	46	14	42	139
違規事項 (件)	1	1	1	1	4
注意改進事項 (件)	4	18	11	11	44
駐廠視察 (人天)	253	253	307	556	1369
大修視察 (人天)	106	151	70	NA	327
團隊視察 (次/人天)	6/84	8/101	8/123	4/143	14/393
設備製造視察 (次/人天)	NA	NA	NA	9/41	9/41



圖五十七 我國核能電廠歷年異常事件平均件數統計圖



圖五十八 我國歷年核能機組廠內因素急停次數平均次數統計表

三、運轉人員執照管制

核能電廠運轉人員為安全營運之核心，分為運轉員及高級運轉員兩種，均須由原能會測驗合格後才核發其執照。執照之有效期限為兩年，屆期之前，運轉人員必須再經過體格檢查，證明身心健康，且在最近兩年內從事運轉工作或參加運轉再訓練實績良好，才可申請換發執照。這些嚴謹管制措施的主要目的，在於維持運轉人員最佳知能及體能狀態。93年原能會共辦理四次核能電廠運轉人員執照測驗，相關發照或換照詳細內容如表五。

四、核能安全審查

核能電廠為高度專業發電設施，為隨時確保其安全性及可靠性，常需進行運轉規範修改、設計修改、專案審查等作業，此類安全相關案件種類繁多，且均需經原能會審查通過始得為之。而原能會對此類安全審查作業均極慎重，除了會內專業人員進行外，並視需要邀請會外相關學者專家參與，以提昇安全審查作業品質。93年原能會共完成核能安全審查43件。

表五 核能電廠運轉人員執照統計表

發 照		換 照	
高級運轉員	運轉員	高級運轉員	運轉員
6	1	50	26

五、核子設施安全諮詢委員會

為活絡監督機制，原能會自78年起即聘請各界學者專家組成「核子設施安全諮詢委員會」，作為有關核子設施安全之管制方針、標準及管制作業之諮詢，對於加強核能安全管制，促進社會各界對管制工作之認識，具有莫大助益。93年共召開四次諮詢會議，討論重要核能安全議題共12案，四次會議議題如表六。

表六 核子設施安全諮詢委員會議題表

次 別	日 期	議 題
第八屆第一次	93.05.31	1. 92年核能電廠核安績效管制檢討報告 2. 92年國內興建中核能電廠安全管制之回顧
第八屆第二次	93.07.20	1. 核能安全文化推行現況 2. 核四倉儲管理現況 3. 我國核能安全公約國家報告 4. 核能四廠核能安全文化推行現況
第八屆第三次	93.10.15	1. 美濱事件及台電因應措施 2. 核能電廠功率提昇計畫方案
第八屆第四次	93.12.17	1. 核能電廠防火視察執行現況 2. 核能電廠電力系統視察執行現況 3. 核能二廠二次圍阻體穿越器密封問題報告 4. 核能電廠近期運轉案件說明

六、運轉管制會議

為加強管制單位與營運單位之共識，促進良性互動，原能會均視需要邀集台電公司管理階層及核能電廠主管召開核能管制會議，討論安全相關議題。藉由直接溝通，迅速完成改善方案據以執行。93年共舉行二次核能管制會議。二次會議議題如表七。

表七 核能管制會議題表

次別	日期	議題
93年第一次	93.06.24	<ol style="list-style-type: none"> 1. 核能電廠運轉人員專業訓練檢討 2. 針對NRC IN 2003-14：Potential Vulnerability of Plant Computer Network to Worm Infection之案件檢討。 3. 核能一廠93年1月5日開關廠十個GCB跳脫事件所顯現外電穩定性之檢討。 4. 核能二廠二號機EOC-16大修後，廠用電源切換至輔變之差動電驛387A、B相動作跳脫發電機事件所顯現之設備維護及管理機制之檢討。 5. 核能三廠杜鵑颱風跳機原因再檢討及161KV增加聯絡變壓器所衍生之DCR管制問題檢討。
93年第二次	93.12.23	<ol style="list-style-type: none"> 1. 核安管制紅綠燈之制度說明 2. 93年度核子保安團隊視察結果摘要報告 3. 核能二廠緊急寒水系統冷凝銅管洩漏事件檢討與因應措施 4. 核能二廠一號機大修期間人因疏失之檢討與經驗回饋 5. 台電公司「核能電廠管路壁厚檢測長程策略」再檢討 6. 針對美國NRC近期公佈之防火法規及指引：10CFR50.48 (c) (NFPA-805)、RG-1.189，台電公司核能電廠之因應檢討

七、建廠管制會議

為促進管制單位及興建單位的共識，加強建廠期間各項工程品質，原能會比照運轉中核能電廠管制模式，亦不定期召開龍門核管會議。93年共召開二次會議，針對各項議題進行深入研議（如表八）。

表八 龍門核管會議題表

次別	日期	議題
第十三次	93.06.10	<ol style="list-style-type: none"> 1. RG 1.26 (Rev. 3, 2/76) 附表一 note b 『ASME Code N-symbol need not be applied』適用性評估及說明 2. 核能四廠一號機RPV SETTING 規劃及配合事項說明
第十四次	93.12.15	<ol style="list-style-type: none"> 1. 請評估核能四廠混凝土之澆置，其強度過早達到91天齡期抗壓強度對結構完整性之影響 2. 針對「PSAR Additional Requirements 清查及處理現況」之議題，經查並未完全落實，請提出最新清查結果及後續處理方案

厚植法規，透明施政

一、核子反應器設施管制法

現行原子能法自 57 年 5 月 9 日公布施行以來，迄今已歷 30 餘年，並無重大變動。惟近年來由於我國經濟成長快速，社會變動急劇，對核能安全之管制日益重視，故如何精進核子反應器設施的安全，已成為當前重要的課題。

鑑此，92 年元月原能會針對國內實際狀況及未來管制趨向，並參酌國外核能先進國家之立法經驗，所擬具之「核子反應器設施管制法」經總統令正式實施後，將可使國內核子反應器設施的管制法規益加周延，而配合罰則的運用，亦能更有效管制核子反應器設施經營者的相關作業，進而提昇運轉安全、確保環境品質及維護民眾健康。

93 年原能會積極進行「核子反應器設施管制法」配套子法之研擬，共完成 6 項相關子法項目如表九，另完成「核子反應器設施管制收費標準」1 項法規之修訂。

二、資訊公開

為因應民眾知的需要，避免不必要的誤解，世界各主要核能應用國家均致力於資訊的公開化。原能會核管處近年已將資訊公開列為重要的例常性工作，針對重要核安管制事件、核能電廠營運狀況或各項視察或審查等相關活動，均撰成書面報告上網，93 年共有 70 件報告上網公告，以備外界查閱，適時澄清外界疑慮。

表九 核子反應器設施管制相關子法

項次	內容
1	核子反應器運轉人員執照管理辦法
2	核子反應器設施建廠執照申請審核辦法
3	核子反應器設施異常事件報告及立即通報作業辦法
4	核子反應器設施監查工作範圍及監查機構認可辦法
5	核子反應器運轉人員健康檢查實施辦法
6	核子反應器設施運轉執照申請審核辦法

輻射防護處

游離輻射防護法規

游離輻射防護法自 92 年 2 月 1 日施行後，承續以往原子能法之管制精神及原能會同仁多年之實務經驗，在推行新法管制規定上堪稱順利，亦無窒礙難行之處。為貫徹主任委員「安全第一、法規鬆綁、簡政便民」之施政理念，原能會輻射防護處同仁於新法施行將近 1 年後，秉持「以今日之我，挑戰昨日之我」的精神，積極展開游離輻射防護法各項法規之研修訂事宜。為此，輻射防護處成立法規精進工作小組，由處長召集相關同仁定期舉行會議，有效推動法規研修作業，以業者、民眾與主管機關三贏的結果為目標。

總計 93 年全年，法規精進工作小組共召開 21 次會議，並完成下列事項：

- 一、研訂完成「輻射醫療曝露品質保證標準」及「輻射醫療曝露品質保證組織與專業人員設置及委託相關機構管理辦法」兩項法規，並與行政院衛生署會銜發布。
- 二、修正發布「輻射防護人員管理辦法」及「輻射工作場所管理與場所外環境輻射監測作業準則」兩項法規。
- 三、完成「游離輻射防護安全標準」、「游離輻射防護管制收費標準」、「放射性物質或可發生游離輻射設備操作人員管理辦法」、「放射性物質與可發生游離輻射設備及其輻射作業管理辦法」、「游離輻射防護服務相關業務管理辦法」及「輻射公害事件干預基準及處理辦法」等 6 項法規修正草案。
- 四、完成「輻射工作人員認定基準」等兩項解釋令。

時值政府組織再造的關鍵時刻，原能會應在既有的堅實基礎上，主動思索未來管制業務的發展，藉檢討過去的經驗，審慎積極地展望前景，提出具前瞻性的法規研修規劃，以做為輻射防護管制工作的堅強後盾，讓法規可易於遵行，且不會因法規鬆綁而使一般民眾的輻射安全受到影響，而原能會同仁的例行管制業務量亦可隨之簡化，有限人力更能專注於強化高風險輻射源之管制。

保健物理作業

一、核設施輻射作業審查及稽查

為確保核設施之輻射安全並合理抑低核設施之運作對工作人員與環境及民眾的輻射影響，原能會對核能電廠及其他核設施執行相關輻射作業之審查，並實施定期及不定期之輻射安全稽查。對於稽查所發現之缺失事項則依游離輻射防護法，要求受檢單位限期改善。93年共完成核設施輻射防護作業例行及專案審查案83件，並執行核設施輻射防護及放射性液、氣體排放管制作業之稽查計144人日。

二、輻射防護專業測驗、輻防人員認可證書核換發及繼續教育積分採認

為加強各游離輻射作業場所自我輻射防護之管理、甄審輻射防護人員申請者之資格能力，認定其可否執行輻射安全管理與監測作業，特依據輻射防護人員管理辦法，舉辦輻射防護專業測驗及辦理輻射防護人員認可證書核換發作業。93年共計辦理2次輻射防護專業測驗，第1次輻射防護專業測驗共60人通過該項測驗、第2次輻射防護專業測驗共98人通過該項測驗。核換發輻射防護員證書527張、輻射防護師132張。另完成輻射防護人員繼續教育積分採認358次，登錄13,515人次。

此外，依放射性物質或可發生游離輻射設備操作人員管理辦法規定辦理操作人員輻射安全測驗，93年共計辦理2次測驗，其中第1次測驗共522人通過該項測驗、第2次測驗共165人通過該項測驗。

三、輻射防護訓練業及人員輻射劑量評定機構之認可及稽查

原能會為提昇輻射防護訓練業及人員劑量評定機構之素質，防止游離輻射之危害，確保民眾健康與安全，特依據輻射防護服務相關業務管理辦法及人員輻射劑量評定機構認可及管理辦法，辦理輻射防護訓練業及人員劑量評定機構之認可。至93年止，已累積認可合格之業者計有11家輻射防護訓練業及8家人員輻射劑量評定機構，及核可各項規定訓練122件，同時完成各輻射防護訓練業及人員劑量評定機構之年度稽查，並無預警抽查訓練辦理情形19人日。

四、全國人員劑量資料統計

依據「游離輻射防護法」為確保輻射工作人員所受職業曝露不超過劑量限度並合理抑低，雇主應對輻射工作人員實施個別劑量監測。為能掌控國內輻射工作人員與劑量資料，達到輻射防護安全管制之目標，原能會乃依同法第 15 條第 5 項之授權，指定核研所建立「全國輻射工作人員劑量資料庫中心」，進行彙整與統計分析我國輻射工作人員與劑量等資料。包括：每年各個工作類別及 5 年週期之全國輻射工作人員之體外劑量（劑量值已包含部分使用中子佩章之劑量）資料進行統計與分析，統計結果包括有：各劑量區間之偵測人數與平均劑量、各劑量區間之集體劑量、各年齡區間與性別之人數、平均月劑量等。

五、例行性會議

（一）核設施輻射防護管制會議

為有效管制各核能設施有關單位之輻射防護作業，增進各單位彼此間之溝通、瞭解與相互協助，並促進新技術與經驗之交流分享，以及重要政令、輻防資訊或研究成果之發布。

93 年共召開 3 次輻射防護管制會議，主要成果包括審查台電公司 7 座核設施之輻射防護計畫，加強推動核能電廠合理抑低輻射劑量方案等。

（二）游離輻射安全諮詢委員會

「游離輻射安全諮詢委員會」自 78 年開始設置，設委員 15 至 19 人，由學者專家及相關機構代表組成，任期 2 年並得連任。93 年至 94 年為第 8 屆，共置委員 17 人，93 年共召開 4 次會議及 1 次臨時會議，通過輻射防護法規精進修正草案等議案。

核設施環境保護

一、執行核設施環境輻射安全管制及檢查，擴大資訊公開透明

為合理抑低核設施之興建及運轉對其周圍環境的影響，確保民眾安全，原

能會依法要求各運轉中之核設施執行輻射作業場所外環境輻射監測；興建中之核設施執行環境輻射背景調查，並另由原能會偵測中心於各核設施外獨立進行平行之環境輻射監測，以資比對。此外，原能會除對各項環境輻射監測計畫、監測結果報告及其他有關環境調查、違規或注意改善事項專案等嚴加審查外，並加強執行定期或機動性環境輻射安全現場檢查。93年已完成：

- (一) 運轉中核設施（核能一廠、核能二廠、核能三廠、蘭嶼放射性廢料貯存場、核能研究所、清華大學）92年環境輻射監測結果年報、92年第4季及93年第1季、第2季、第3季環境輻射監測結果報告之審查及管制工作。
- (二) 興建中核設施（核能四廠）92年環境背景調查結果年報、92年第4季及93年第1季、第2季、第3季調查結果報告之審查及管制工作。
- (三) 運轉中核設施（核能一廠、核能二廠、核能三廠、蘭嶼放射性廢料貯存場、核研所、清華大學）94年環境監測計畫審查。
- (四) 完成核設施（核能一廠、核能二廠、核能三廠、蘭嶼放射性廢料貯存場、核研所、清華大學）環境輻射安全檢查及管制。
- (五) 各環境輻射監測單位之環境監測作業品質保證檢查及管制。
- (六) 邀請民間環保團體代表參觀環境輻射監測作業及設施。辦理北部核能電廠地區輻射安全民眾宣導講習會。
- (七) 參與原能會核安監管中心核能電廠環境輻射即時監測系統連線及資訊公開專案。
- (八) 督導偵測中心執行之全國環境輻射監測作業及報告之審核。

二、整合強化核能四廠施工期間環境保護監督管制機制，配合辦理「核四資訊公開」專案

核能四廠於80年9月經原能會審查通過「核能四廠一、二號機發電計畫環境影響評估報告」，並於88年3月取得原能會核發之建廠許可後正式開始施工。原能會依據環境影響評估報告審查結論，並基於核能安全主管機關之職責，於81年成立「核能四廠環境保護監督委員會」監督核能四廠環境保護工

作，迄今已召開43次會議及14次現場勘查。此外，91年行政院基於朝野共識成立「非核家園推動委員會」，由原能會執行「加強核能四廠監督小組」交付之任務，以維護核能四廠環境保護之最佳品質。93年已完成：

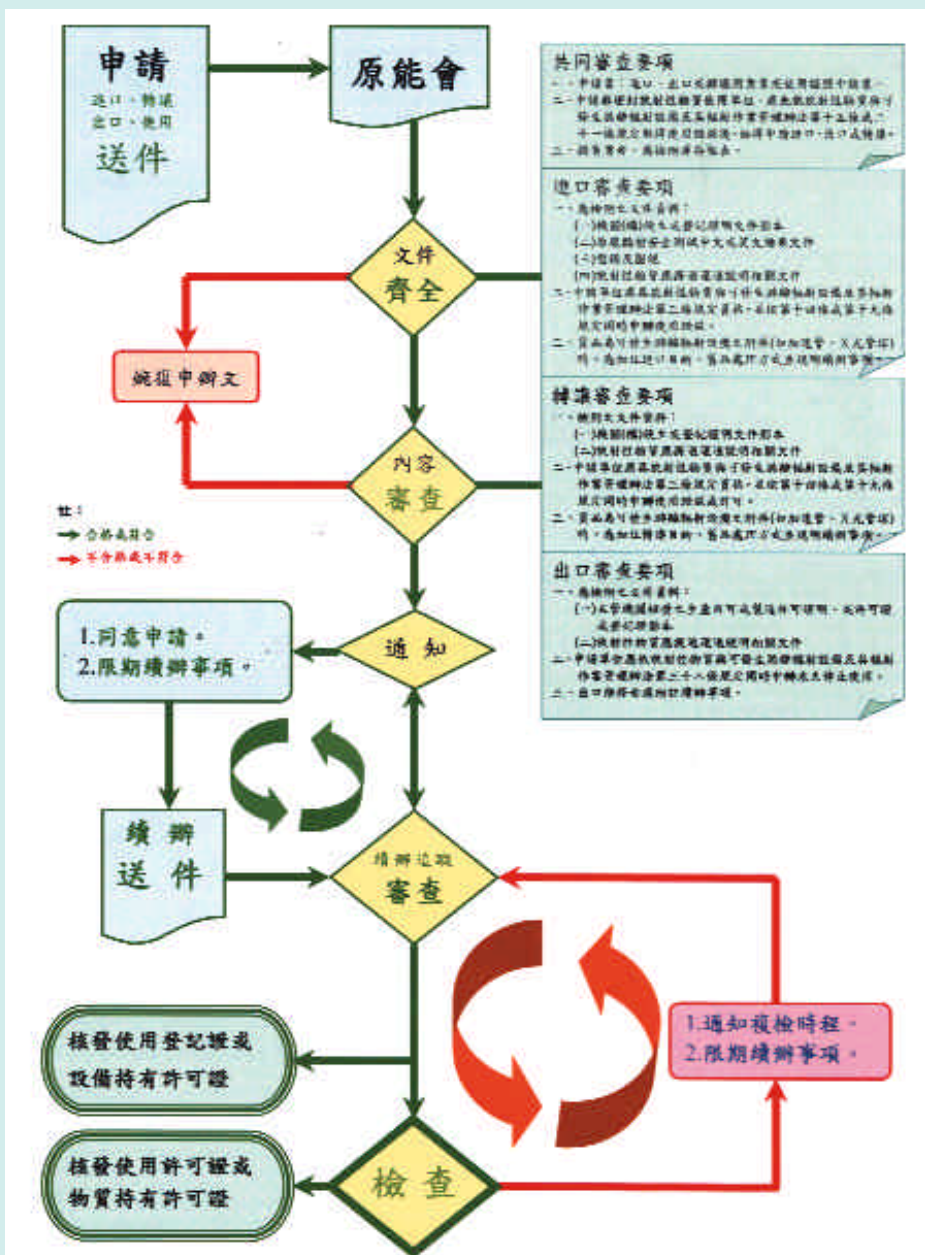
- (一) 協同行政院公共工程委員會、經濟部辦理核能四廠重件碼頭改善專案之「鹽寮福隆沙灘變遷因應措施評估報告」審查。
- (二) 核能四廠施工期間環境品質（水質、空氣、噪音、景觀等）監測 91年第4季季報、年報及92年第1、2、3季季報審查及管制。
- (三) 核能四廠施工期間文化考古遺址監看計畫 91年第4季季報、年報及92年第1、2、3季季報審查及管制。
- (四) 參加非核家園核四監督小組之核四監督委員會會議，會同環境保護及相關主管機關執行核四環境保護工作。
- (五) 配合辦理非核家園推動委員會之「核四資訊公開」報告之撰寫及審查工作。
- (六) 核四環保監督機制整合方案及行政院核定後之執行、協調。
- (七) 完成監察院有關鹽寮福隆沙灘變遷調查意見之答覆說明。

放射性物質及可發生游離輻射設備之管制

醫用及非醫用放射性物質及可發生游離輻射設備依游離輻射防護法之規定，其所有人應向原能會申請證照，操作人員應取得輻射安全證書，或於操作一定活度或一定能量之限值下，接受輻射防護訓練並取得相關證明。此外，設備及物質之生產、製造、輸入、安裝、使用、停用、轉讓、廢棄等輻射作業均應申報原能會核可後方得為之，審查流程如圖五十九。另針對「密封放射性物質」，除依法令規定業者必須定期（每季、每半年及每年）辦理之書面申報作業外，為即時掌控輻射源之使用狀況，並積極輔導業者配合，以行政指導方式，特別規劃設計「密封放射性物質網路申報作業系統」，促請業者進行每個月之網路申報作業。

93年特別執行「大專校院輻射作業普查及輔導計畫」及「軍事機關輻射作業輔導檢查計畫」，輔導及強化相關單位之輻射防護管理組織，並建立其自我管理及檢查能力，確保輻射安全。

為求簡政便民及精確掌握列管輻射源，原能會已與海關完成電腦連線，達成輻射源通關自動化，另已建置原能會與業者電腦連線之簽審系統，配合「電

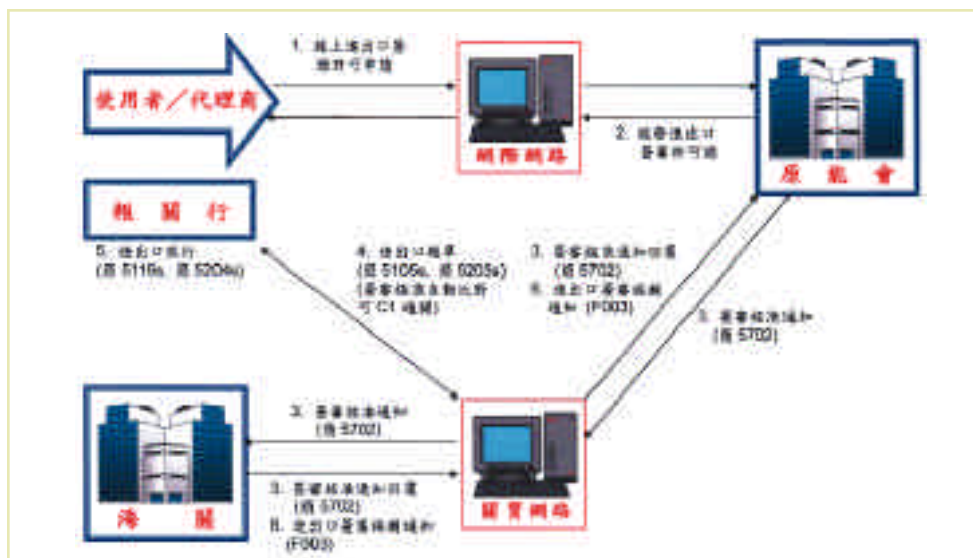


圖五十九 放射性物質與可發生游離輻射設備申請案審查流程圖

子簽章法」立法通過，與後續憑證機構認證程序之建立，及未來相關法規之制定，將可以電腦自動化簽審列管輻射源，取代現行之文書作業，業者申請輻射源之通關時間將可縮短，除達到簡政便民之目的外，亦可大幅節省行政成本及提昇國家競爭力，流程如圖六十。

國內各醫療院所製造正子電腦斷層攝影儀器造影劑之迴旋加速器，其設置須經原能會安裝許可、試運轉許可及生產許可等3階段之審查，審查過程中，原能會邀集國內學者、專家協助審查並赴現場勘驗，審查合格後方可生產放射性物質，故在嚴密審核流程下，當可確保就醫民眾及醫療工作人員之輻射安全。

為推動建立輻射醫療曝露品保制度，提昇各項放射治療作業品質，原能會預定自94年起實施直線加速器、鈷-60遠隔治療機及遙控後荷近接治療設備之品質保證計畫。



圖六十 線上簽審流程图

放射性污染建築物之處理及善後

一、輻射屋善後處理

原能會對於有意改善之放射性污染建築物均予以協助及提供諮詢，其目的

在儘速減少或避免居民接受輻射劑量，93年協助民眾完成改善共2戶，另進行價購屋改善2戶；完成價購放射性污染建築物1戶，並於12月16日完成拆除。至93年底止，放射性污染建築物處理改善狀況統計如表十。

二、後續醫療與追蹤

原能會自87年底起完成後續醫療照護手冊，並即寄發各住戶，俟收到住戶回函後，依其意願安排至台大醫院或彰化基督教醫院作後續追蹤健康檢查。93年3月至12月底止共計完成695位住戶之檢查（歷年累計完成4,026人次），檢查報告均發給住戶，如發現有任何異常，則由健檢醫院轉介作適當診療。

三、公告有遭受放射性污染之虞建物

「游離輻射防護法」自92年2月1日起施行，依本法規定建築物有遭受放射性污染之虞者，其移轉應出示輻射偵測證明，原能會依歷次普查結果，共公告北部四縣市計2,911戶。93年起，原能會宣導住戶洽請經原能會認可之輻射防護偵測業者協助偵測。建築物若經完成偵測並由原能會確認後，原能會即將該建築物地址自公告清冊中予以剔除，至12月底止已完成偵測塗銷註記2,202戶，約佔公告戶數的75.6%。

表十 放射性污染建築物處理改善狀況統計表

說明	年劑量（毫西弗）戶數統計						小計	
	0.00	大於0.00至小於1	大於等於1至小於5	大於等於5至小於15	大於等於15	因故未細測或公設污染		
原始發現污染戶數	400	561	401	124	141	29	1656	
完全改善	污染源抽換改善	22	93	74	25	7	4	225
	建物拆除改善	0	6	13	3	29	2	53
	自然衰減後空間無輻射異常	334	44	5	0	0	0	383
部份改善	抽換部份鋼筋	0	3	3	8	1	0	15
	安裝屏蔽	1	11	3	8	2	0	25
價購與遷移	原能會價購	0	0	0	4	94	0	98
	已遷移（核發移居補助）	0	0	0	63	6	0	69

核能技術處

健全緊急應變機制

核子事故緊急應變法於 92 年 12 月 24 日經總統公布，為建構完整之核子事故緊急應變法源基礎，依該法內容規定研擬核子事故緊急應變法施行細則暨相關子法，邀集相關單位人員召開 55 次討論會，計完成 8 項相關法規（草案），配合核子事故緊急應變法於 94 年正式施行，將有助於緊急應變體制之健全與功能的提昇，有效提供相關人員充分之標準作業程序，執行緊急應變作業。

此外，結合災害防救體系與全民防衛動員準備體系，建立一元化救災機制，統一事權，並配合行政院反恐怖行動體系，分別完成「輻射災害防救業務計畫（中央災害防救會報 93 年 6 月 16 日審查通過）」及「94-95 年度全民防衛動員準備支援輻射災害應變動員分類計畫草案」，並邀集內政部、國防部、經濟部、交通部、衛生署等機關研討核子事故應變、災害防救、緊急醫療、反恐怖行動及全民防衛動員準備等體系之相互銜接、整合事務，強化各緊急事故應變體系間之橫向連繫與資訊交流，紮實「國土安全網」基礎工作。

輻射彈事故應變演習

為輻射彈攻擊行動之防制與應變，原能會經行政院指定為放射性物質恐怖攻擊之應變主管機關，除配合有關部會執行反恐措施外，並落實輻射源安全管理制工作，協調有關單位建立發現非法走私輻射源時之通報機制，積極防堵輻射源非法流入國內。此外，並編修訂完成「放射性物質恐怖攻擊事件應變處置作為」及「輻射彈緊急應變作業手冊」。為使編組人員熟稔應變作業，特於 93 年 7 月 21 日假核研所模擬操演「輻射彈」爆裂後的輻射偵測與污染清除作業。

此次演習目的為一、測試輻射彈事故，中部作業中心（核研所）前進指揮所之通



圖六十一 事故現場環境偵測

報、動員及應變能力；二、測試輻射彈事故中 GIS（地理資訊系統）與 GPS（衛星定位系統）之應用；三、測試輻射彈事故現場狀況影像及無線傳輸設備之應用；四、輻射事故相關之緊急樣品分析與偵測儀器之開發成果展示。

演習狀況假設桃園縣龍潭鄉某人口密集處（以核研所 035 館周圍地區地形地物模擬）發生爆裂物爆炸，桃園消防局勤務指揮中心發現疑有輻射污染（假設銻 137 射源），通報原能會核安監管中心，請求派員支援輻射偵檢。核安監管中心接獲通報後，依任務分工通知核研所儘速前往事故現場支援。演習分三階段持續進行，第一階段通報動員測試；第二階段為輻射偵測、管制及除污演練測試；第三階段展示輻射彈事故緊急樣品分析及尖端偵測儀具。為完善輻射彈應變機制之檢討，此次演練特由蘇副主任委員率原能會各業務處暨所屬機關等相關人員，並邀請原能會反恐怖行動諮詢小組孟憲輝教授（警察大學鑑識科學系）王竹方教授（清華大學原科所）賴政國主任（陸軍化學兵實驗所）前往指導；相關演練情形如圖六十二、六十三、六十四。

恐怖分子利用「輻射彈」攻擊，主要目的是製造恐慌，讓社會大眾生活陷入混亂。911 恐怖攻擊事件以後，原能會即將「輻射彈」列為我國反恐行動重點，嚴防恐怖組織製造「輻射彈」，在台灣進行都會游擊戰，此次演練是原能會首度將反恐體系延伸到核能電廠以外的地區，藉由核子事故緊急應變作業平時整備積儲的能量，運用於輻射彈等意外事故之應變作業，於事故發生或有發生之虞時，迅速動員人力與物力，消弭或減低事故之傷害，後續將逐次完成南部（輻射偵測中心負責）及北部（放射性物料管理局負責）應變機制與作業能量之整備，建構完善之輻射彈應變能量。



圖六十二 污染區域圍籬



圖六十三 利用核能吸塵器進行除污



圖六十四 前進指揮所利用無線電與偵測人員瞭解偵測情形

精進核子保安與反恐作為，確保核設施安全

- 一、執行核能一、二、三廠保安系統視察，發現多項缺失，提出改善建議，督促台電公司檢討改進，提昇保安系統效能，防範恐怖攻擊，確保核能電廠安全。
- 二、配合美國核子保安專家來台訪問相關核設施，審視保安系統硬體設備與軟體作業，達成保安視察經驗交流與提昇保安系統效能之目標。
- 三、會同國防部、交通部與經濟部等單位，研商建立核能電廠限航區之空中預警、管制與防範惡意破壞機制，降低核能電廠遭受空中恐怖攻擊之可能，確保核能電廠安全。
- 四、密切關注核能電廠適職方案執行狀況，確保核能電廠不因工作人員受酒精及毒品之影響，而對安全造成威脅。
- 五、於東森電視S台報導核能電廠疑遭入侵後，立即赴核能電廠調查，完成調查報告，澄清事實真相，確認核能電廠未遭入侵，消除民眾疑慮。

落實核能電廠應變作業演習，強化緊急應變能力

- 一、配合核能電廠規劃之應變作業演習時程，完成核能一、二、三廠演習之視察事宜，並提出多項建議改善意見，督促台電公司檢討改進，強化緊急計畫組織功能，提昇核能電廠緊急應變能力。
- 二、執行核能一、二、三廠不預警動員測試，驗證核能電廠於緊急事故下之動員能力，強化緊急應變體系之前線功能，測試結果動員報到率均達成計畫管制目標。
- 三、針對核能一、二、三廠各廠之緊急事故分類研判與基礎說明，籌組審查團隊，辦理審查會議，進行現場勘查與書面資料審查，並分別針對各廠提出數十項審查意見及修正錯誤，建立正確之緊急事故分類研判基礎。
- 四、定期檢視全球之核能有關資訊，每季更新並增訂原能會對外網頁之核能相關網站，以掌握世界核能發展脈動，提供原能會與會外人士擷取核能新知管道，並增進教育宣導效果。

強化核安監管中心運作

原能會於93年正式設置成立核安監管中心，以全年無休的運作形態，為全國民眾堅守核安監管的大門，作第一線及第一瞬間的核安把關，並提供即時資訊連接至原能會網站，民眾可隨時上網瀏覽。

為能讓國內外專家學者、媒體記者及社會大眾了解核安監管中心之實際運作情況，並能親自查驗國內核設施之運轉動態，本中心開放供各界人士參觀，同時提供專職人員負責解說並答覆相關問題，93年有66批次，共410人參訪本中心，均給予正面之評價。



圖六十五 核安監管中心作業情形

核安監管中心之運作形態，已化被動為主動，並將局部之管制演變為全面的監管，以全職守門員的職責及縝密的工作走向為社會大眾嚴守這一道核能安全的大門。

核安演習

- 一、順利完成以「核能安全月」方式實施93年核安演習，成功動員約1,200名應變人員參加。



圖六十六 民眾防護手冊資料

研考會在演習後，完成「恆春鎮民眾對核能安全等相關議題的看法」民意調查報告顯示，核安演習的演練效果及宣導工作已有提昇。
(詳專題報導)

- 二、完成新版「核子事故緊急應變民眾防護手冊(含電子書)」及資料袋製作，並分發核能電廠緊急應變計畫區包含台北縣金山、萬里、石門、

三芝及屏東縣恆春鎮、滿州鄉等六鄉鎮之民眾。

三、完成現有碘片儲存狀況巡查及台電公司新購碘片審查，並調整碘片存放政策（詳專題報導）；另配合地方政府在台北縣金山、萬里、石門、三芝及屏東縣恆春鎮、滿州鄉辦理碘片發放前民眾防護衛生教育宣導說明會19場次，計2,210人參加。

四、修訂全委會12份緊急應變程序書及完成各類告示牌檢查與維護。

核能資訊安全措施

一、持續監看入侵偵測系統並嚴謹設定防火牆以阻擋病毒信、廣告信及駭客入侵，93年1月起歷經我國資通安全會報資安演習及大陸駭客攻擊行為，至今未曾被入侵，有效維護原能會業務電腦化正常運轉。

二、建置完成原能會與核研所之間相互異地備援資料之機制，每日定時自動執行資料備份作業，有效維護原能會業務資訊。編訂原能會資訊設備請購、分配使用及報廢作業要點，除使作業制度化外，亦有效簡化作業流程。

三、原能會網站為原能會與外界訊息與意見交流之重要管道，93年1至10月，由於資通安全防範措施得宜，原能會並未發生駭客侵入破壞或其他資訊安全事件，僅因內部防火牆系統硬碟故障造成網際網站暫停對會內同仁服務4小時，經緊急應變處理後恢復，對會外則並未中斷服務。93年網際網站總計服務時數為8,756小時，超越目標值8,688小時甚多，對維護原能會形象有正面之貢獻。

四、持續推動網際網站精進作業及協助會內各單位更新網頁內容，計召開網站推動小組會議二次及網站工作小組會議五次、協助更新網頁共計275件，另於4月完成原能會網站之無障礙網頁建置，及宣告資訊安全及隱私權政策等作業。在美國布朗大學公佈之2004全球電子化政府評比結果報告，我國再度於198個國家中獲評為第一名，原能會網際網站則為我國受評比26個代表性網站之一。我國獲評為第一名，亦與有榮焉。新版對外網站於93年12月30日簽准上線，於12月31日正式上線啟用。

核能研究所

核能安全科技

一、自力研發的核能電廠管制評估工具與故障樹分析程式

近年來核能電廠的管制逐漸朝向風險告知績效基準的方向修正，美國核管會實施的反應器監管計畫（Reactor Oversight Program）即為典型的一項改變。該計畫以

具體的績效數字，表現電廠的營運安全，同時也提供電廠運轉的彈性；另外以顯著性確立程序（Significance Determination Process, SDP）提供電廠視察員評估電廠績效缺失的風險重要性，作為後續管制手段的參考。績效監測與顯著性確立兩者相輔相成，實施成效良好，管制過程也相當透明。核研所因應核管處要求配合開發 SDP 工具軟體 PRiSE，6 月間已完成核能一廠、9 月間完成核能二廠及 12 月底完成核能三廠軟體之測試與驗證，此一軟體經與美國核管會之表格化實例比對驗證後，證實核研所自力研發程式在管制上的優越性，風險模式之涵蓋性已超越國際一般水準之上。PRiSE 軟體內的風險模式求解引擎 INERISKEN 程式之前身，故障樹求解引擎 INERFTE 程式也同樣應用於持續精進核研所故障樹分析套裝軟體 INERFT，今年並已販售 INERFT 軟體至國立清華大學與龍華科技大學各乙套，並規劃推廣相關技術至石化業、無線電通信業等工業安全領域。

二、火災危害分析技術研究

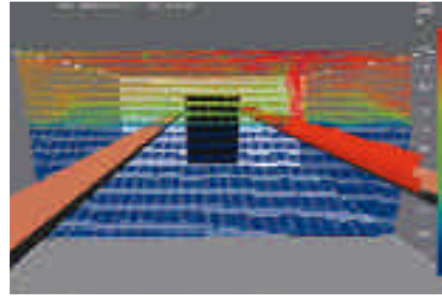
本計畫係接受原能會核管處委託而成立，主要任務乃建立一套評估技術以釐



圖六十七 風險顯著性確定程序工具軟體PRiSE

清核能電廠發生火災時，廠內安全相關設備是否遭受損害、安全停機功能是否確保等問題，以作為將來原能會審查核能四廠FSAR之技術支援。工作內容包括核能電廠火災危害分析及其審查技術、參考電廠火災案例分析、新型防火技術應用於核能電廠之審查管制規範之研究。本年度除了完成參考電廠的火災案例分析、核能電廠火

災危害分析審查導則之外，亦舉辦大型核設施消防研討會，邀請國內產官學各界，針對核能電廠的防火技術發表學術成果。此外，由於核能四廠尚未開始審查FSAR，此項工作暫時改為支援原能會的防火視察，本年度已分別至核能一廠、核能三廠進行過防火視察。圖例為參考電廠內之電纜分配室火災之電腦模擬結果，火源大小為2MW，電纜托網大小尺寸為15m × 0.6m × 0.1m，電纜托網間距為3.2m，顯示火災發生後之溫度場及流場分布結果。



圖六十八 核能電廠電纜分配室火災電腦模擬結果

三、核能零組件檢證與驗證技術推廣應用

核研所檢證中心持續接受顧客委託執行檢證作業，並提供良好平台及溝通管道，使國內廠商有機會參與核能電廠安全相關設備組件更換服務，不但可提昇核能電廠營運績效，且對建立本土核能維護技術影響深遠。檢證與驗證技術已從過去小型零組件，朝向中型、複雜設備組件精進，並發揮其成本效益，其中以完成台電核能電廠強震急停裝置及核能三廠電源隔離板電子卡片檢證最具代表性。另外，年度內完成原能會委託之核能四廠安全設備耐震與環境驗證報告審查，利用所建立之安全設備驗證審查技術，有效的支援原能會核安管制工作。



圖六十九 核能電廠強震急停裝置

四、環境輻射行動偵測系統

核研所配合台灣的環境輻射偵測及無線通訊現況，建立環境輻射行動偵測系統。此系統可分為行動單元與管理中心兩大部分，行動單元除了利用PDA連結偵

測儀器外，還接上GPS隨時定位偵測位置及接上GPRS無線上網，將偵測結果及位置傳給管理中心，中心將所接收資料展示於GIS電子地圖上。所建立之系統於本年度已用於輻射彈演習中，系統之優點包括：（一）提昇環境偵測的行動力與應變力；（二）增進結果分析與決策支援能力；（三）提昇環境偵測的數據處理品質；（四）提昇環境偵測工作速度效率，本系統亦已經完成專利申請。

五、核四建廠安全管制支援專案計畫

核四建廠安全管制支援專案計畫本年度持續支援原能會執行核四建廠安全管制作業，年度內重要成果效益簡述如下：（一）提出視察發現，促成現場施工即時改正缺失。重要成果有：針對一號機基座WN23銲道修補作業、積極查證及提供專業技術意見；視察發現PSAR承諾之管路銲道額外非破壞檢測要求未落實；查證發現安全相關設備品質缺失等；（二）提出「NRC RG 1.26適用原則及管制立場」、「品質文件之射線照相（RT）底片品保要求」兩項法規適用議題，提供管制依據專業意見。經原能會核管處諮詢美國核管會後，已澄清原立法精神及法規適用條件，並參考美國電廠作業之現況，有效解決爭議，提昇核能四廠設備安全；（三）完成「核能四廠核燃料及爐心裝填相關安全分析工具與方法論」與「安全特殊系統儀控設計PSAR變更案」二項專案審查作業。達成確保分析工具方法論與安全特殊儀控系統設計變更之適切性，並成功促使廠家依照法規規定及審查指引建議方式加強執行軟體失效影響之安全分析工作。



圖七十 一號機基座施工現場實景

核四建廠安全管制支援專案計畫執行成效深獲原能會重視，計畫成效榮獲原能會主辦之「第一屆原子能安全績優獎團體獎」，此項殊榮給予核四建廠安全管制支援專案最大之肯定。



圖七十一 第一屆原子能安全績優獎團體獎牌

輻射應用科技

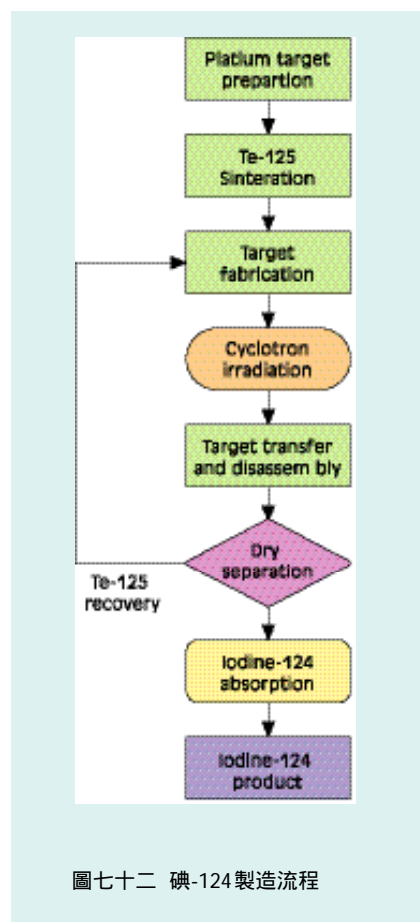
一、正子同位素碘-124之製程研製

碘-124的產製由不同的原料經過質子或重質子照射生成碘-124的核反應，製程設計則以核研所自行開發完成之靶技術與乾室蒸餾分離技術與設備為基礎，TR30/15中型迴旋加速器質子束照射自製之白金靶體，靶物質採用產率較高之碲-125氧化碲，經制式靶體傳送系統將照射靶傳送至碘-124分離熱室中分離。再生之碲-125於高溫分離後，重新燒結於白金靶槽內，方便下次照射測試時使用。碲-125氧化碲之燒結量為0.5公克，迴旋加速器照射的能量20~21MeV，電流量則以不超過10 μ Ahr為原則，照射電流量愈大，冷卻效果需要愈好，才不致因高溫導致碘-124散失，研製階段中以不同的照射電流量照射以獲得較佳的效果。碘-124MCA

核種分析的結果，能峰主要出現在603、723、1691keV，均為碘-124所放射出來的能量，另外511keV則是碘-124正子放射時，正負電子互毀所釋出的能量，此外，在159keV所出現的能峰，是碘-123所形成的能峰。碘-123核種的產生是由於碲-125經(p,3n)核反應，或Te-124經(p,2n)核反應而來，經過核種分析的結果顯示碘-123的含量小於5%，且碘-123之半衰期僅13.2小時，經過三天的衰退後，碘-124核種的純度可達99%以上，分離所得之碘-124最終以0.01N Na¹²⁴I化學形態存在於成品中。

二、迴旋加速器離子源性能之提昇

為提昇核研所迴旋加速器性能達到1 mA質子射束，擬分三階段執行加速器升級計畫。第一階段為離子源電流與注入線效率之提昇，第二、三階段分別預定為RF功率、靶站電流容量之提昇。第一階段離子源與注入線之提昇工作已完成，結果敘述於後：離子源升級後，測量顯示負氫離子輸出由5 mA提昇到10



mA，離子源改進包括燈絲形狀和材質改變、限制磁場增強、過濾磁場改進及吸引極氣孔增多，這些改變不但增加輸出電流，也增進了穩定度。注入系統改進包括加裝Einzel lens和射束提昇器，Einzel lens安裝於注入線入口，可用來調整射束大小以有效進入注入線管路。射束提昇器可將離子源產生的直流射束轉換成脈波型態射束並配合RF加速相位進入加速腔加速，可提昇射束注入效率。注入系統升級後，射束注入效率從9%提昇至20-30%，視射束電流大小而定。迴旋加速器經過第一階段的升級，射束電流顯著增加而且更穩定，在1 MeV處相信已可達1 mA，下一步將進行RF系統升級期能獲得30 MeV，1 mA質子射束。

三、 ^{18}F -FLT 正子核醫藥物之標幟研究

雖然 ^{18}F -FDG已廣泛商業用作腫瘤造影劑，但仍有些限制，尤其在大腦、膀胱及攝護腺等器官及組織的背景吸收極高； ^{18}F -FLT(^{18}F -F18 L-Thymidine)為新的腫瘤增生造影劑，在歐洲已進入臨床試驗，有助腫瘤疾病之早期診斷。

核研所使用Tracer Lab FX-FN型 ^{18}F -FLT合成盒進行 ^{18}F -FLT的標幟合成，其技術參考德國Tubingen大學PET Center Dr. Machulla之技術但前驅物不同。 ^{18}F FLT正子核醫藥物使用Tracer Lab FX-FN型 ^{18}F FLT合成盒進行研製，分離後得到20%左右標幟效率的 ^{18}F FLT成品，初步的研究成果，將待迴旋加速器F-18液體靶輸送系統設施安裝試車後，進一步進行高活度($> 1\text{Ci}$) ^{18}F FLT正子核醫藥物之研製，並進行動物造影實驗。核研Tracer Lab FX-FN型 ^{18}F FLT合成盒之研製有助國內正子造影之研究由 ^{18}F -FDG標幟合成的化合物擴展到其它 ^{18}F 正子核醫藥物。

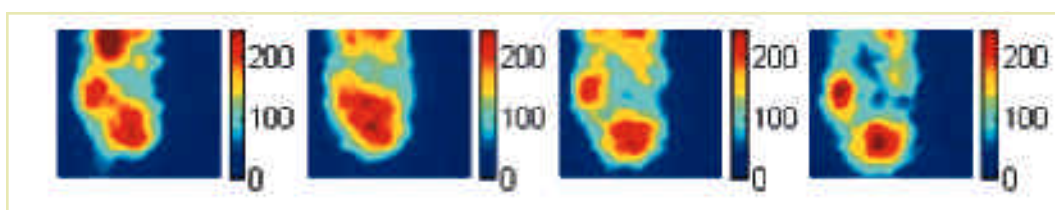
四、鎇-99m Ciprofloxacin：一種有潛力的偵測感染核醫藥物

鎇-99m ciprofloxacin近來被報導為一個有潛力可用來偵測發炎病灶的核醫藥物。本文為研究鎇-99m ciprofloxacin在老鼠體內的生物體分布及評估其偵測發炎病灶的能力。將金黃葡萄球菌注入老鼠左大腿肌肉中以建立發炎病灶，包括15隻健康及五隻有明顯發炎的老鼠。將鎇-99m ciprofloxacin注入健康老鼠體內，在注射後1、4、24小時將其分批取出內臟，利用 γ -counter測量內臟活性強度，計算鎇-99m ciprofloxacin在健康老鼠體內的生物體分佈。另外，也對具發炎病灶的老鼠注射鎇-99m ciprofloxacin之後1、4、24小時，進行背面的核醫掃描，造影部位為老鼠的大腿，造影結果則用電腦處理，計算病灶對正常

組織的攝取比例。當鎔-99m ciprofloxacin注射入動物體內之後，以脾臟的濃度最高，肝臟、腎臟次之。至於尿液中的相對高濃度則顯示此藥物可經由泌尿系統排出。鎔-99m ciprofloxacin造影檢查結果發現，發炎部位的確出現較高的放射活性。本研究顯示鎔-99m ciprofloxacin確可在發炎部位聚集。結果證實鎔-99m ciprofloxacin的確為一方便、有潛力的製劑，可用來偵測發炎病灶。

五、⁶⁷Ga-DOTA-Tyr3-Octreotide 研製

利用固相勝肽合成方法 (solid-phase peptide synthesis) 配合新穎的雙硫鍵環化方法，合成 DOTA-Tyr3-Octreotide。改進傳統空氣氧化法及碘氧化法無法避免分子間雙硫鍵形成的盲點。利用活性碳做為分子內雙硫鍵環化時的催化劑，只要溫度控制得當，在短短 8~10 小時即可得到環型 DOTA-D-Phe-Cys-Tyr-D-Trp-Lys-Thr-Cys-Thr(ol)，因此整個製程除了可減少反應時間外同時也不會有分子間雙硫鍵的產生，純化步驟簡單許多。產物環型 DOTA-Tyr3-Octreotide 以 MS 佐證，在接受體結合實驗中，DOTA-Tyr3-Octreotide 可以有效的取代 ¹²⁵I-Tyr1-Somatostatin(Ki= 3.95±0.75nM)，證明 DOTA-Tyr3-Octreotide 有結合受體的活性，以種有 AR42J 腫瘤的 Lewis 鼠，打入 ⁶⁷Ga-DOTA-Tyr3-Octreotide 後以 Micro SPECT 造影時，可以發現腫瘤有明顯的吸收，這些實驗證明了 DOTA-Tyr3-Octreotide 有體內及體外的生物活性。

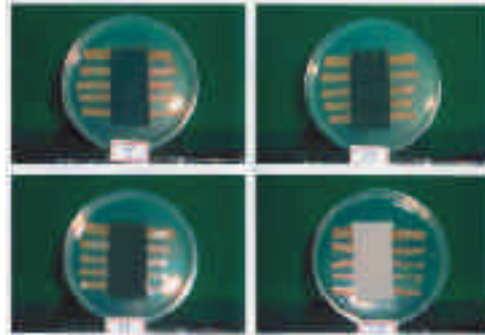


圖七十三 施打 ⁶⁷Ga-DOTA-Tyr³-Octreotide (3.3mCi/0.3ug) 於種有 AR42J 腫瘤的 Lewis 鼠，4h 8h、24h 及 48h 後之 Micro SPECT 造影圖。

六、奈米銀系化物複合抗菌高機能纖維材料之應用研究

採用奈米級銀系抗菌劑為起始反應物，配合目前普遍使用的 Nylon 與 PET 纖維，以合成高抗菌功能的紡織品，並使用奈米級載銀二氧化矽抗菌粉體，經輻射照射後與 Nylon 與 PET 纖維接合。其次，運用輻射還原法將奈米銀粒子還原沈積於纖維表面，以 SEM，TEM 等電子顯微鏡分析銀系抗菌劑與纖維接合情形。本實驗選擇纖維含銀量較高的直接輻射接枝法所製備的抗菌紡織針對金黃色葡萄球菌

(Staphylococcus aureus) 進行抗菌力檢驗，發現含銀之Nylon與PET抗菌纖維均具有優異的抗菌效果，其中以含銀之PET抗菌紡織的表現最佳。



圖七十四 奈米銀系化物複合抗菌織布

環境與能源科技

一、質子佈植製程在VCSEL與RCLED等光通訊元件之開發與應用

垂直共振腔面射型半導體雷射 (Vertical Cavity Surface Emitting Lasers:VCSELs) 於1977年為日本提出，1996年Honeywell公司首先導入商業產品。共振腔LED簡稱RCLED，其基本原理與VCSEL類似，發光機制為自發性發射 (Spontaneous Emission)，非雷射 (Lasing) 條件。為了提昇發光效率與低的臨界電流，侷限橫斷面之光與電，是重要的製程。目前市場上兩個主要的競爭技術為質子佈植與氧化法。氧化法為較新的方法，可靠度較低。質子佈植的採用歷史悠久，可靠度較高。利用質子佈植在指定的區域，使該材料變成高電阻以作為電流侷限。

質子佈植實驗室之400與500keV質子佈植機，可提供30-500keV質子能量與 $<3 \mu A$ 質子束電流。為提昇VCSEL與RCLED等光通訊元件之傳輸速率，利用增加佈植厚度以增加RC值，多能量質子佈植技術之開發是必要的，包括計算機模擬計算-TRIM code。運用此技術，成功推出商業產品的公司包括全磊微機電、和心光通與樺晶科技等。為提昇質子佈植效率，建立自動化給料系統，其卡匣式設計為每批次25片裝3吋晶圓之自動化給料系統。質子佈植製程應用在半導體產業已有50年以上的歷史，依廠商之評估，未來在VCSEL與RCLED等元件之電流侷限制程，質子佈植製程仍是主流。



圖七十五 核研所500keV質子佈植機

二、電漿熔融處理程序發展與測試中心之建立

電漿焚化熔融技術應用於有害事業廢棄物之處理為核研所現階段研發重點之一，植基於過去已建立之基礎，本年度開始進行「電漿熔融處理程序發展與測試中心」之規劃建立工作，建立一套處理能量2噸/天 (tpd) 之電漿處理程序開發試驗系統，發展非燃性有害廢棄物電漿熔融處理程序技術、可燃有機廢棄物電漿氣化/裂解程序技術及熔漿水淬技術，以資源化與產業化為目標，將各類有害廢棄物處理程序精進為廢棄物轉化資源與能源程序之開發與驗證；並建立一套處理能量6噸/天之電漿焚化熔融程序驗證系統，進行都市垃圾焚化灰渣（含底灰及飛灰）及水泥固化體熔融處理之工程驗證，提供先導廠之實際處理經驗與相關工程數據，建立實廠規模放大設計之資料庫。



圖七十六 電漿熔融程序發展驗證系統 (6 噸/天)

本年度已完成電漿處理程序開發試驗系統之整體規劃、廠區佈置設計及廠房整修工程，並完成廢氣處理程序、中央控制系統之工程設計及電漿熔融爐、電漿火炬系統、第二燃燒室等核心設施及供水、供電、供氣等公用系統之建立。電漿焚化熔融程序驗證系統方面，則配合過去已建立之電漿熔融爐設備，進一步建置及擴充焚化灰渣進卸料系統、電漿水淬熔岩卸料系統、電漿熔爐廢氣處理系統等周邊設施，組成完整之電漿焚化熔融程序驗證系統，開始進行焚化爐灰渣之熔融處理測試及工程驗證。

三、核能二廠濕性低放射性廢棄物高減容固化系統之建造

核研所自行研發之沸水式反應器廢棄物高效率固化技術 (BWRHEST)，可



圖七十七 高減容固化系統單元設備功能測試



圖七十八 高減容固化系統設備之組裝



圖七十九 高減容固化系統製備之固化體

將沸水式核能電廠放射性濕性廢棄物合併共同固化，達成「以廢棄物固化廢棄物」的目標，使固化產物減容 2/3，同時固化體符合品質規範。本技術不僅獲得歐盟五國、美國及中華民國專利，也在 93 年 8 月榮獲國家發明創作銀牌獎。91 年 12 月核研所與核能二廠簽訂合約，應用本技術在三年內完成高減容固化系統之建造，目前已完成基本設計、細部設計、介面設計、系統各單元設備之採購、組裝與性能測試，當實際在核能二廠運轉後，除可使該廠所產生之固化廢棄物減容至原有桶數 1/3，並改善固化廢棄物之品質。

四、奈米儲氫碳材製備及其儲氫行為研究

現階段儲氫技術有體積大、質量重、安全和充放氣損失等諸多缺失，尚無法大規模普及化的應用，因此新的儲氫物質之研發是近幾年引發興趣的議題。奈米碳材主要由圓筒狀的石墨層所組成的奈米碳管，或由石墨層軸向堆砌排列成平行、角度或垂直的石墨奈米纖維構成，其直徑由幾個奈米長至數百個奈米長。由於它均勻多孔的空間及較大的比表面積，具有吸附氣體之特徵，均認未來可應用於儲氫的用途。

目前吸氫量較佳的奈米儲氫碳材，具有較多之邊界碳原子數、較多之氫氣進出口數、較大的最佳化直徑、殘留一定比例的觸媒金屬和移除吸附物及官能基等特徵，因此核研所採用結合研磨和高能量超音波切割法，製備直徑約 50~1000 nm 的 LaNi₅ 觸媒粉末，再以甲烷 (CH₄) 作為碳源，在 670 °C 反應溫度條件下，採用觸媒裂解法製備奈米碳材，其型態特性等則藉由高解析之穿透式電子顯微鏡 (HRTEM)、掃描式電子顯微鏡 (SEM) 以及拉曼散射法 (Raman Scattering) 確認。由於超音波切割法製備之觸媒形狀較不規則，因此合成的多層式碳奈米管，直徑約從 15~130 nm，石墨層排列堆積有些平行於管軸方向，有些則和軸向成一個角度排列，在橫截面則顯示此石墨圓柱層排列並非完全同心圓，因此增加較多之邊界碳原子數、較多之氫氣進出口數，應是可預期的。加上特定的純化和活化步驟，可將殘留觸媒維持一定比例，並且也移除了吸附物及官能基。其吸氫量之量測，借助容積式之 Sievert 系統，目前在室溫和氫壓 1400 psi 條件下，最佳值可達 3.3 wt%。未來將會朝製備均一尺寸的觸媒、均一顯微結構的奈米碳材努力，除了提昇吸氫量外，也期望建立顯微結構和吸氫量的關係。此外，建立不同吸氫量量測技術，以及樹立量測技術標準化的步驟，都是未來努力的目標。

放射性物料管理局

放射性物料管理法規建置

「放射性物料管理法」於 91 年 12 月 25 日經 總統公布施行，為配合該法之落實執行，原能會於 92 年完成施行細則等 6 項法規命令之施行，93 年又發布 6 項法規命令，除 3 項子法（天然放射性物質衍生廢棄物管理辦法、高放射性廢棄物最終處置及其設施安全管理規則暨放射性物料設施委託檢查辦法）待研議外，餘均已制定完成，將為國內放射性物料的管理邁向新的里程碑，使原能會得以依法行政，加強檢查，保障民眾安全，配合行政處罰，提昇管制績效，督促核廢料最終處置，以徹底解決放射性廢棄物問題。

為使主要放射性廢棄物產生者如台電公司及原能會核研所，能充分瞭解放射性物料管理法及相關子法，並確實遵循，原能會於 93 年 4 月、6 月及 7 月分別於台電公司核能四廠及核能一廠舉辦 6 場次「放射性物料管理法規說明會」計 250 人參加，另 7 月邀集各核能設施業者於原能會舉辦一場「放射性物料管理法規研習會」，計有 95 人參加。

放射性廢棄物的最終處置，一向為社會大眾關注的焦點。為追求國家永續發展，加速推動低放射性廢棄物最終處置，原能會已制訂「低放射性廢棄物最終處置設施場址選定條例」草案，經行政院於 91 年 12 月函請立法院審議。立法院科技及資訊暨經濟及能源委員會，於 92 年完成審議修正。93 年間配合立法院進行 4 次朝野黨團協商，經朝野黨團完成協商簽署，並排入院會，惟因故未能完成立法。原能會將儘速檢討修正選址條例草案，陳報行政院審議後，函請立法院審查。

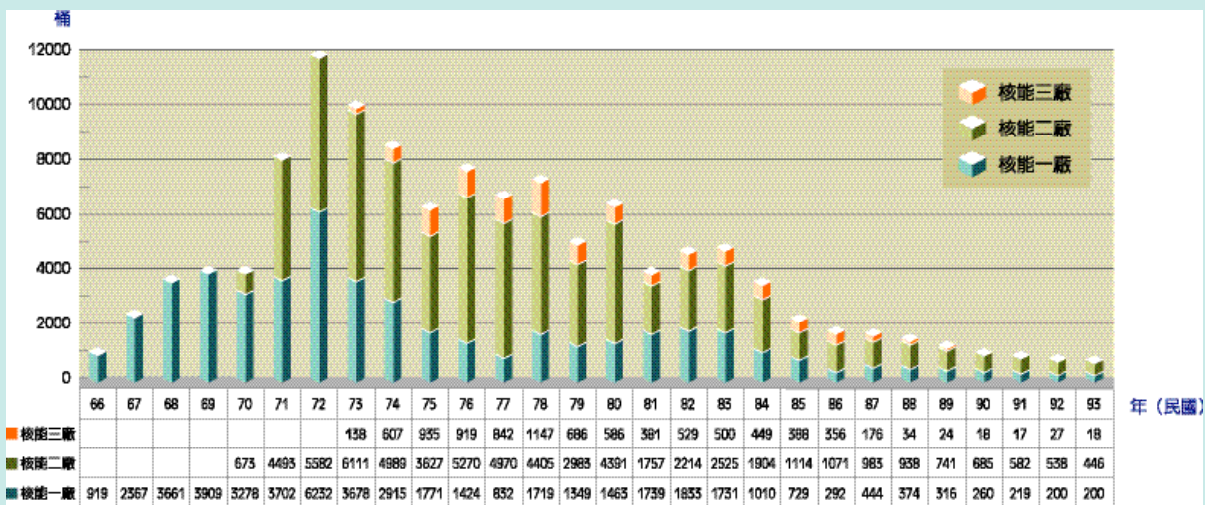
核能電廠放射性廢棄物營運管制

核能電廠是國內低放射性廢棄物最大的產源，且具有低放射性廢棄物處理與貯存設施，須妥善管理與管制，才能確保設施正常運轉，避免其輻射危害，並確保民眾安全與環境品質。

一、處理管制

各核能電廠在建廠時已設置各類的處理設備與系統，以妥善處理其產生之低放射性廢棄物。處理管制之重點，在於要求各核能電廠確保各廢棄物處理系統正常運轉、提昇其處理效能、減少廢水排放及達到廢棄物減量、減容的目標，並確保廢棄物體品質能符合規範要求，以便後續貯存、運輸、處置之安全順利進行。93年的主要管制措施及績效如下：

- (一) 定期及不定期派員檢查各處理設備及系統，93年各核能電廠放射性廢棄物處理系統及減容中心，無任何廢液外釋意外事件與工安事件發生。
- (二) 執行核能一廠一號機 EOC-20 大修、核能二廠二號機 EOC-16 大修、核能二廠一號機 EOC-17 大修減量作業檢查，要求進行查漏工作及乾性廢棄物之減量工作，降低廢棄物的產量。三座核能電廠 93 年的低放射性固化廢棄物年產量共 664 桶，為 92 年產量（765 桶）之 86.8%，產量再創歷年新低。依據經建會建置台灣永續發展指標系統之低放射性固化廢棄物成長率指標，93 年成長率為 -0.337，自 82 年以來持續負成長，顯示「邁向永續發展」。
- (三) 審查各核能電廠放射性廢棄物運轉月報及減容中心運轉月報表。
- (四) 規劃核能一廠、核能二廠、核能三廠、減容中心及蘭嶼貯存場之放



圖八十 歷年核能電廠低放射性固化廢棄物產量

射性廢棄物處理系統之安全評鑑，執行評鑑工作並完成評鑑報告。

- (五) 審查核能三廠、減容中心焚化爐戴奧辛檢測報告。
- (六) 檢查固化體品質，要求核能二廠提報「放射性廢棄物固化體劣化肇因之評析、改善措施及因應對策規畫」報告。
- (七) 審查並核備減容中心重要設備變更申請案、核能一廠用過控制棒葉片減容作業計畫。
- (八) 研訂各核能電廠低放射性固化廢棄物桶96年減量目標值。
- (九) 審查核能一、二、三廠及減容中心廢棄物處理系統運轉人員合格證明書申請案，共核發合格證明書共173張。

原能會於93年7月召開「2004廢棄物解除管制清潔標準及檢測學術研討會」，計約190人參加，並參照國際原子能總署（IAEA）2004年8月發布之廢棄物解除管制標準，研訂「一定活度或比活度以下放射性廢棄物管理辦法」，於93年12月29日發布施行，未來將可大幅減少放射性廢棄物產量，降低最終處置場的設計容量及運送次數。

二、貯存管制

核能一、二、三廠運轉所產生的乾性廢棄物經分類後暫存各廠倉庫內，再進行焚化或壓縮處理，以減少其體積與數量；濕性廢棄物則加水泥固化後封入鍍鋅鋼桶內，貯存於各核能電廠廢棄物倉庫內。93年12月底止，各核能電廠現存之低放射性廢棄物量如表十一所示。

表十一 核能電廠低放射性廢棄物貯存現況

單位：桶（55加侖）

廢棄物種類	核能一廠	核能二廠	核能三廠	蘭嶼貯存場
可燃性廢棄物	9,257	1,032	2,917	0
可壓縮廢棄物	6,743	1,851	1,212	0
脫水樹脂	2,986	3,580	1,282	0
固化廢棄物	6,668	25,424	2,441	97,672
其他廢棄物	9,070	10,695	475	0
總計	34,724	42,582	8,327	97,672

註：統計至93.12.31止，蘭嶼貯存場進行檢整重裝後為97,711桶。

目前我國尚無低放射性廢棄物之最終處置場，核能一、二、三廠為因應未來貯存需要，已各興建或規劃興建乙座廢棄物現代化倉庫。核能一廠新建廢棄物貯存庫於 93 年 12 月提出試運轉申請；核能二廠新建廢棄物貯存庫即將完工；核能三廠新建廢棄物貯存庫已獲行政院同意為特種建築物，經台電公司與屏東縣政府協商後，已於 93 年 10 月開工興建；蘭嶼貯存場為提昇其貯存安全，持續進行 蝕桶的檢整重裝作業。93 年的主要管制措施及績效如下：

- (一) 定期及不定期派員檢查各貯存倉庫及蘭嶼貯存場之廢棄物貯存狀況，確認其貯存作業安全及其周圍環境輻射安全。
- (二) 檢查各興建中貯存倉庫的品保作業，以確保施工品質，並適時糾正各種可能造成工安事故之作業。93 年核能一、二廠新建廢棄物貯存庫皆未發生工安事故。
- (三) 檢查核能四廠廢棄物廠房灌漿作業；執行蘭嶼貯存場處理中心功能測試專案檢查。
- (四) 審查各核能電廠放射性廢棄物貯存月報表及蘭嶼貯存場運轉月報表。
- (五) 審查台電低放射性廢棄物中長程貯存計畫。
- (六) 審查台電公司核能一廠二號低放射性廢料倉庫試運轉計畫。

三、運送管制

放射性廢棄物之運送，業者應先提報運送計畫及緊急應變計畫，經原能會審查核准後執行。由於蘭嶼貯存場自 85 年 5 月起停止接收固化廢棄物桶，故 93 年未執行低放射性固化廢棄物送蘭嶼貯存場之運送作業。93 年主要管制措施及績效如下：

- (一) 執行核能一廠可燃廢棄物運減容中心之運送檢查。
- (二) 執行核能電廠至核研所金屬廢棄物及鑄錠之運送檢查。
- (三) 審查台電公司可燃廢棄物運送方案。
- (四) 研訂放射性廢棄物運送交運文件格式，供業者參考。

核能電廠放射性廢棄物營運管制，除派員前往檢查及審查各種運轉報表與申請案外，也定期邀請台電公司各核能電廠、核能後端處、核發處、核安處、燃料處、放射試驗室及核研所等營運單位召開放射性物料管制會議，就放射性物料之處理、運輸、貯存、處置等有關問題，作深入的探討、研議及追蹤管制，期能即時解決問題。93年共召開3次管制會議，討論17項議題及5項專案報告，包括：(一)減容中心焚化爐氣爆之肇因及改善措施；(二)核研所電漿熔爐之測試結果；(三)核能二廠高減容固化系統及樹脂濕式氧化法處理系統之規劃及執行狀況；(四)核能一、二、三廠廢棄物處理系統儀表及記錄器之保養稽查結果；(五)低放射性廢液處理設施安全績效指標之研訂。

四、最終處置管制

最終處置係將放射性廢棄物與人類生活環境長期隔離，是目前解決放射性廢棄物最適切的方法。國內最終處置計畫，分成高放射性廢棄物與低放射性廢棄物兩種處置方案，93年主要管制措施及績效如下：

- (一) 依據物管法要求台電公司提報「低放射性廢棄物最終處置計畫書」，於93年1月完成審查核定，召開處置計畫進度管制會議，完成「放射性廢棄物最終處置計畫執行成果報告(93年上半年)」審查，督促台電公司依進度選出潛在場址，並提出具體溝通及政策優惠措施督促台電確實依計畫規劃進度執行。
- (二) 規劃研議「成立核廢料專責機構案」，撰擬「成立放射性廢棄物專責營運機構可行性研議報告」與相關說帖，並與經濟部、台電公司等單位及高層主管進行8場次溝通座談。
- (三) 依據物管法督促台電於93年11月提報「高放射性廢棄物處置計畫」並進行審查。
- (四) 設置「放射性物料安全諮詢委員會」，於93年10月及12月召開二次委員會，協助督導放射性廢棄物最終處置計畫之推動與管制。
- (五) 辦理放射性廢棄物最終處置相關之專題演講6場次，撰寫最終處置相關技術報告6篇，發表於國內外期刊及研討會。

核子原料、核子燃料及用過核子燃料管制

依據放射性物料管理法、放射性物料管理法施行細則、原子能法及其施行細則及核子原、燃料運作安全管理規則之相關規定，執行國內核子原、燃料自生產、輸入、輸出、運送、持有、貯存、使用、廢棄、轉讓及過境與轉口等各相關作業之管制。93年主要管制措施及績效如下：

- 一、完成核研所012館等10個館舍核子燃料貯存設施安全分析報告、安全評估報告、耐震結構應力分析之審查，核發運轉執照，並核備該所核子原（燃）料貯存設施檢測監測及結構補強規劃書。
- 二、完成清華大學核物料移置核研所之運送計畫、安全管制計畫及核研所貯存安全分析報告之審查，協助解決運送容器及所有權轉移問題，嚴密執行各項安全檢查作業，圓滿完成移置作業。
- 三、審查核研所及台電公司核能電廠核子原料半年報。
- 四、執行核研所及台電核能三廠核子原料、核子燃料貯存安全檢查共5次。
- 五、執行台電公司核子燃料申請輸出入案審查7案次，執行核子燃料運送安全檢查3案次。
- 六、審查新海公司核子燃料申請過境案1案次、核能二廠爐心偵測器含核子燃料廢棄案1件，核准民間公司等輸入含核子原料之鎢棒6件。

核子燃料自核子反應器退出而不再使用之核子燃料，即稱「用過核子燃料」，剛從核子反應器退出時，具有較高的放射性及熱量，須先安置於反應器廠房旁的用過核子燃料池中冷卻，待其放射性及熱量降低後，再進行後續的處理。我國3座核能電廠用過核子燃料池之貯存情形如表十二。

由於核子燃料池之貯存容量有限，台電公司已積極籌畫興建用過核子燃料乾式貯存設施。核能一廠用過核子燃料乾式貯存招標案於93年7月27日流標後，為督促台電公司推動本土化及檢討法規鬆綁，原能會共召開協調會5次及技術討論會議9次，邀請台電公司、核研所、國外廠商及國內工程顧問公司等進行溝通協調，促請台電公司基於國家整體利益考量，儘速檢討缺失，如期推動用過核子燃料乾式貯存計畫。另為確保用過核子燃料乾式貯存之安全，提昇

表十二 核能電廠用過核子燃料池貯存容量統計表

機組	商轉年	貯存容量 (燃料元件)	貯存量		預估 可用年限	
			燃料元件數	MTU* (公噸)		
核能一廠	一號機	66	3,083	2,336	403	99
	二號機	67	3,083	2,204	381	100
核能二廠	一號機	70	4,975	3,156	531	104
	二號機	71	4,237	3,028	572	105
核能三廠	一號機	73	2,151	925	373	114
	二號機	74	2,159	872	352	115

註 1：統計至 93.12.31 止

2：MTU (Metric Tonnes Uranium)，單位：公噸。

管制技術，93 年主要管制作為如下：

- 一、成立用過核子燃料乾式貯存技術審查專案小組，研議美國核管會法規 10CFR72、NUREG-1536、NUREG-1567 審查規範，完成用過核子燃料乾式貯存臨界、結構、輻射屏蔽、熱傳及密封性能等五項關鍵技術之審查要點。
- 二、辦理用過核子燃料乾式貯存研習訓練、專案研究計畫及專家演講共 20 場次。
- 三、委託核研所執行「建立用過核子燃料中期貯存吊運作業事故分析模式」研究計畫，建立貯存罐吊卸作業力學分析之審查技術。
- 四、委託台北大學執行「放射性物料設施興建申請聽證程序之研究」計畫，提出聽證會之法律程序，以供設施建造執照申請時使用。
- 五、彙整 84 年環保署環保公報有關核能一、二廠用過核子燃料中期貯存設施環境說明書之審查結論，並依環評法之規定，促請台電公司洽環保署辦理差異分析等後續處理事項，以免延誤設置時程。

小產源放射性廢棄物管制

小產源放射性廢棄物係指醫、農、工、學術及研究等單位所產生之少量放

射性廢棄物及廢射源，並包含天然放射性物質衍生之廢棄物。此類小產源放射性廢棄物經原能會指定暫由核研所接收、處理、貯存。國內有二家以鈦礦製造二氧化鈦之廢棄工廠，其製程及廢棄物有天然放射性物質衍生廢棄物之殘留放射性問題，經原能會列管在案。原能會依據放射性物料管理法，93年度執行下列小產源廢棄物處理、貯存、運送及除役作業之檢查與審查，以確認此類設施之設計、作業規劃符合安全規定，確保處理、運送及貯存作業安全：

- 一、邀請美國核管會（NRC）二位專家來台，舉辦「核設施除役管理研討會」（93.03.22~23），計約115人參加，探討除役法規、計畫書導則、標準審查及核照程序；除役管制實務經驗與檢討；劑量評估程式 RESRAD、D&D及MARSSIM電腦程式審查工具，供未來執行除役管制作業之參考。
- 二、完成核研所台灣研究用核子反應器（TRR）設施除役計畫書的審查，發給除役許可，並陳報行政院同意備查。
- 三、完成核研所067館、075館低放射性廢棄物貯存設施運轉執照申請之審查，並核發運轉執照。
- 四、完成核研所「接受委託處理、貯存及最終處置各類放射性廢棄物收費標準」之審查，增收最終處置費用，使符合物管法第二十九條之規定。
- 五、審查核研所016館超鈾實驗設備之廢棄清理計畫、015W-1貯存設施申請變更案及清華大學放射性廢液廠不使用離子交換系統變更申請案。
- 六、協助辦理環保署及北市環保局有關醫療院所放射性廢棄物管理、分類標準及偵檢器設定等問題。
- 七、執行核研所012館濕貯槽、燃料池鈾粉收集、鋁套管清理及014館設施除役及廢棄物管理之專案檢查5次。
- 八、執行核研所放射性廢棄物管理不定期檢查15次，污染金屬運送作業檢查4次，電漿焚化熔融爐全功率試運轉檢查1次。執行清華大學放射性廢棄物管理之不定期檢查2次，中國金屬公司天然放射性廢棄物貯存管理檢查4次。

輻射偵測中心

放射性落塵與環境輻射偵測

為建立我國環境背景輻射資料及瞭解國外核子試爆或核設施意外事故所產生之全球性放射性落塵對台灣地區所造成的影響，在台灣地區及金門、馬祖等地區設置放射性落塵收集站，並採取土壤、河沙、草樣、茶葉及水樣等環境試樣進行放射性分析，全年共計分析 520 餘件次，各項分析結果均在環境背景變動範圍內，無輻射安全顧慮。

食品與飲水中放射性含量偵測

為確實瞭解與掌握我國食品及飲水中放射性含量的變動情形，評估國民由攝食所造成之輻射劑量。針對國產食品、進口食品及飲水等三部份進行採樣偵測。在國產食品方面，定期採取米、蔬菜、水果、海產物、肉類、蛋類、麵粉及鮮奶等國人主要民生消費食品、臺灣地區省產魚類、貝類、海藻類進行放射性分析。各類試樣之偵測結果均在環境背景變動範圍。評估國人因攝食所造成之體內劑量，遠低於一般民眾每年 5 毫西弗之輻射劑量限值。

在進口食品方面，調查項目包括大宗肉類及奶粉等，主要來自紐西蘭、澳洲、丹麥及法國等國家。另為加強進口食品放射含量偵測，至消費市場購買各類進口食品，包含嬰兒食品、海產罐頭、飲料、生鮮蔬果、乾果、乳製品等食品進行放射性含量檢測，檢測結果均符合我國進口食品放射性管制標準（370 貝克 / 千克）。

在飲水方面，定期採取台北市及台灣省主要給水廠飲用水試樣及自消費市場採購省產、進口礦泉水進行放射性分析，各類水樣中之總阿伐與總貝他活度均符合我國「商品輻射限量標準」飲用水放射含量限制要點之規定。

核設施環境輻射監測

為確保核能設施周圍民眾的輻射安全，偵測中心擬定核能電廠、研究用核設施及蘭嶼貯存場周圍環境輻射監測計畫以執行環境輻射的監測，其作業方式包括設置熱發光劑量計及充氣式偵檢器監測站度量環境直接輻射劑量率，以及定期採取環境試樣進行放射性分析。全年共計分析2,500餘件次。

一、核能電廠環境輻射監測

針對現有三座核能電廠執行環境輻射監測；(一)使用熱發光劑量計度量各核設施周圍環境中直接輻射劑量率，偵測結果均在環境背景輻射變動範圍內。(二)空浮微粒：全年總貝他活度低於放射性落塵警戒值9貝克/立方公尺，亦未測得任何人造放射性核種。(三)水樣：定期採取海水及淡水，進行各項放射性分析，在核能三廠出水口海水中測得氡活度最高達161.9貝克/升。(四)農畜產物、海產物：在核能電廠所在地選擇奶類、肉類、葉菜類、甘藷、海魚及季節性試樣進行放射性分析。在肉類、葉菜類、麻竹筍、海魚、茶葉類樣品中均測得微量銫-137，在環境背景變動範圍內，無輻射安全顧慮。(五)累積試樣：土壤試樣中測得微量銫-137核種，活度最高測值23貝克/千克·乾重，核能二廠雜項排水口之岸沙試樣，測得微量錳-54及鈷-60核種，活度最高測值分別為1.79及4.49貝克/千克·乾重。草及相思樹亦測得微量銫-137核種，無輻射異常。

二、研究用核設施環境輻射監測

研究用核設施包括核研所、清華大學及同步輻射中心周圍共設置22個熱發光劑量計偵測點，度量環境直接輻射劑量率。全年監測結果均在環境背景輻射變動範圍內。在研究用核反應器周圍環境採取飲用水、地下水、湖水及河川水進行各項放射性分析，其中三坑仔地下水試樣氡活度最高測值為55.4貝克/升。在植物及農畜產物等試樣中均未測得人造核種。在研究用核反應器周圍環境之土壤試樣中測得微量銫-137人造核種。清華大學湖底泥測得微量鈷-60及銫-137核種。由土壤、飲用水、農畜產物等試樣之分析結果，評估各研究用核設施周圍民眾所接受之輻射劑量均遠低於法規之劑量限值。

三、蘭嶼地區環境輻射監測

在蘭嶼地區設置 7 個熱發光劑量計偵測點度量環境直接輻射，並定期採取飲水、海水、地下水、土壤、草樣、岸沙及農漁產品等環境試樣進行放射性分析。全年共計分析 260 餘件次。（一）直接輻射：在椰油村、朗島村等 7 個熱發光劑量計偵測點之直接輻射劑量率，均在環境背景輻射變動範圍內。（二）飲水、海水及地下水等試樣分析結果均未測得人造放射性核種。（三）生物試樣：在植物及農畜產物等部份試樣僅海魚及芋頭試樣測得微量銫-137 人造放射性核種，均在環境背景輻射變動範圍內。（四）累積試樣：土壤試樣測得微量銫-137；另於貯存場排水口附近採取的岸沙試樣，分析結果亦測得微量銫-137 核種，均在環境歷年輻射變動範圍內。根據所採取樣品之分析結果，評估蘭嶼貯存場周圍民眾每年所接受之輻射劑量均遠低於法規之劑量限值。

輻安預警自動監測

自前蘇聯發生車諾比爾事件以後，突顯出國內設置一套即時的環境輻射自動監測之必要性，79 年輻射偵測中心建立核設施「環境輻射自動監測系統」。93 年精進環境輻射自動監測系統之監測數據通信能力，提高輻射監測預警功能，建置完成「輻安預警自動監測系統」。

目前在核能一、二、三廠及核研所共設置 16 座環境加馬輻射自動監測站，另於主要都會區設置 5 座環境加馬輻射自動監測站。各輻射監測站全天候 24 小時即時自動監測核能電廠周圍環境輻射量狀況，立即將所偵測結果透過網路傳送至輻射偵測中心，以隨時掌握核能設施環境輻射量狀況；同時透過網路聯結原能會核安監控中心，使值勤人員得以掌握即時線上監測資訊。另各輻射監測站偵測結果亦透過輻射偵測中心網路（<http://www.trmc.aec.gov.tw>），即時提供輻射監測資訊，消除民眾對輻射安全之疑慮，達到資訊公開透明化之目的。93 年輻安預警自動監測系統共收集 7,000 多筆輻射監測數據（以 1 天為 1 筆統計），均在環境自然背景輻射變動範圍內。

執行南部地區游離輻射安全稽查

貫徹原能會執行「南北均衡發展」政策，加強服務南部地區民眾，有效管制國內放射性物質、可發生游離輻射設備及其輻射作業之安全管制要求。偵測中心基於地處高雄之便，倘轉型為原能會南部辦公室後，廣續執行嘉義以南七縣市之輻射防護檢查及稽（調）查業務，以及核能三廠輻射防護與核燃料運送等管制作業，將可提昇原能會輻射安全管制作業之效能與品質，健全游離輻射防護管制作業體系。

表十三 93年執行南部地區游離輻設安全稽查統計表

項 目	件 數
醫用、非醫用及非破壞檢測業裝備之輻射安全檢查	413
鋼鐵公司輻射異常物偵測	22
登記備查類裝備輻安檢查督察作業	2
鈷-60治療機停止使用之查證	1
調查案件	2
醫用直線加速器之輻射安全檢查	4
非密封放射性物質之輻射安全檢查	3
大專院校之輻射防護檢查及輔導	20
軍事機構之輻射作業普查及輔導	2
迴旋加速器試運轉前輻射安全檢查	1
建國與建台演習	5
核能三廠輻射防護稽查	17
駐廠視察作業	3
核安演習	1
建立中子與光子劑量度量技術	2
合 計	498

93年大事紀

1月

- 01月 完成92年核安演習總結報告並報行政院核備。
- 01.09 偵測中心網站中「環境輻射即時監測資訊」公佈頻次由每日兩次縮短為每小時一次。
- 01.13 針對中鋼公司礦泥銻污染事件，可能受污染員工進行全身計測共計199人次。
- 01.19 函復台電公司同意核備「低放射性廢棄物最終處置計畫書」
- 01.28 於核能一廠召開核能一廠一號機第二十次大修視察前會議。

2月

- 02.06 核安值勤中心正式更名為核安監管中心。
- 02.12 核研所研究用反應器年度視察。
- 02.19 清華大學研究用反應器年度視察。
- 02.24 執行核能一廠93年第一次不預警夜間團隊視察。

3月

- 03月 調查澄清東森電視台報導3P黨疑似入侵核能電廠之新聞。
- 03.01 對設有熔煉爐之鋼鐵廠開始進行輻射偵檢作業輔導。
- 03.01 開始執行大專校院輻射作業普查。
- 03.01 開始推動軍事機關輻射作業輔導。
- 03.03 執行核能二廠93年第一季不預警夜間視察。
- 03.05 於核能一廠召開核能一廠一號機第二十次大修起動前會議。
- 03.08 核研所018館電漿熔融爐於本日下午四時點火升溫，進行連續運轉測試，至3月17日上午八時停爐，計連續運轉200小時以上，圓滿達成現階段設定目標。另該爐於1月6-12日進行焚化灰渣之電漿熔融測試，同時偵測排煙管道戴奧辛含量，經檢測結果為0.224 ng-TEQ/Nm³，符合法規0.5 ng-TEQ/Nm³要求。
- 03.08 核發核研所067、075館低放射性廢棄物貯存設施運轉執照。
- 03.16 執行核能三廠93年度第一季不預警夜間視察。
- 03.18-04.27 執行核能二廠二號機第十六次大修視察。
- 03.21-26 歐陽主任委員率團出席2004年太平洋盆地核能會議(PBNC)並受邀擔任大會貴賓，發表「台灣核能活動與應用近況」專題演講。
- 03.23-26 執行核能四廠第十四次定期視察。

4月

- 04月 擬訂93年核安演習規劃案並向主任委員簡報。
持續推動網際網站精進作業，計召開網站推動小組二次及網站工作小組會議五次，協助更新網頁共計275件，四月完成原能會網站之無障礙網頁建置，及宣告資訊安全及隱私權政策等作業，新版對外網站於93年12月31日正式上線啟用。

5月

04.07	發布「放射性廢棄物處理貯存最終處置設施建造執照申請審核辦法」、「核子原料核子燃料生產貯存設施建照執照申請審核辦法」
04.12	執行核能二廠93年第二季不預警夜間視察。
04.19~23	黃慶東主任秘書率團出席日本東京第 37屆日本原子力產業會議 (JAIF)，並參觀 NUPEC 多度津工學試驗所、北陸電力志賀電廠、NUMO、JNES等機構。
04.20	歐陽主任委員蒞核研所視察 TRR 濕貯槽拆除工程最後一塊水泥塊切割吊運，並嘉勉參與工作同仁之辛勞與貢獻。濕貯槽拆除工作已順利完成，後續將繼續進行廢棄物檢整及場地復原工程，預計7月底完成後，可將 TRR 大廳提供除污設施建立再利用。
04.23	函復核研所同意發給台灣研究用反應器 (TRR) 設施除役許可，並陳報行政院同意備查。
05月	核子事故中央災害應變中心完成軟硬體設備改善。 進行核能一廠緊急應變組織非上班時間不預警動員測試。
05.10~05.14	舉辦核能一廠防火安全團隊視察，以瞭解電廠是否具有良好防火安全能力。
05.10	國際放射活度量委員會 (International Committee for Radionuclide Metrology ICRM) 主席 Dr. Mike Woods 來函，說明核研所已被該組織接納為正式會員，此為核研所國家游離輻射標準實驗室繼參加為 APMP (亞太計量組織)、CGPM (國際度量衡委員會) 後的另一項世界性組織的會員。
05.10~17	核研所同位素組李副組長參加第廿屆美國匹茲堡國際發明展，參展項目計二項：「腫瘤造影劑 - 雙官能基螯合劑胍肽化合物之製法」及「鍍-68密封射源之製作方法」。其中「腫瘤造影劑」獲頒金牌獎，並獲經濟部智慧財產局頒發獎金。
05.11	執行核能三廠93年度第二季不預警夜間視察。
05.17~21	國際原子能總署保防作業A處處長 Kaluba Chitumbo 率團來台執行透明度視察，視察單位包括核能研究所、中山科學研究院、中正理工學院、工業技術研究院、交通大學、清華大學、中央研究院。
05.19	發布「核子原料運作安全管理規則」、「核子燃料運作安全管理規則」
05.21	衛生署正式來函同意核研所核醫製藥中心通過 GMP/cGMP 第三階段電腦確效查核，核研所已成為國內第五家 (政府機構第一家) 通過 GMP/cGMP 之製藥廠，可合法銷售核醫藥物，工作同仁的努力十分難能可貴。
05.26	執行核能一廠93年第二季不預警夜間視察。
05.28	日本獨立行政法人原子力安全基盤機構萩平博文總括參事及交流協會副所長市川隆治先生一行6人蒞偵測中心參觀訪問。
05.31	召開核子設施安全諮詢委員會第八屆第一次會議。

93年大事紀

6月

06月	完成原能會與核研所異地備援資料建置。
06.04	函復同意核備「減容中心焚化爐重要設備改善評估報告」
06.08	核研所林所長立夫佈達及交接典禮假國際會議廳舉行，由主任委員親臨主持。
06.10	召開第十三次龍門核管會議。
06.23	歐陽主任委員與中船公司徐強董事長共同主持核研所與中船公司之「都市垃圾焚化爐灰渣電漿熔融處理系統授權與推廣銷售」簽約儀式。
06.24	召開93年度第一次核管會議。
06.25	函請臺北縣政府、貢寮鄉公所共同參與核能四廠運轉前環境輻射背景調查取樣作業。
06.28	發布「輻射工作人員認定基準」解釋令。
06.28-07.02	執行核能四廠第十五次定期視察。
06.30	完成原能會94年至97年中程施政計畫，本期中程施政計畫係依首長「安全第一 簡政便民 法規鬆綁」之施政理念，由上而下，規劃「嚴密安全管制，確保核能安全」、「創造知識經濟，增進民生福祉」及「強化放射性廢棄物管理，提昇環境品質」3項優先發展課題，並配套以3項策略績效目標，持續推動質量併重之指標及效能分析，透過計畫、管理與控管程序來落實目標之達成度。

7月

07月	於核研所進行輻射彈緊急應變有關輻射偵測及除污作業演練。
07.06	發布物管法第四十六條第一項「台電公司進行放射性料營運技術與最終處置研究發展計畫」執行疑義之解釋令。
07.06	進行嘉義以南地區21所大專院校之輻射作業普查及輔導，截至7月底完成成功大學等13所公私立大專院校。
07.07	核能四廠二號機反應爐運抵龍門工地。
07.07	完成「行政院原子能委員會科學技術研究發展成果歸屬及運用辦法」並於93年7月7日發布施行，為原能會科學技術研究發展成果之歸屬及運用，奠下法規基礎。
07.14	發布「核子反應器設施除役申請許可審核辦法」
07.20	發函實施「放射性物料安全諮詢委員會設置要點」
07.20	召開核子設施安全諮詢委員會第八屆第二次會議。
07.20-22	核能三廠ESF系統響應時間(Response Time)之團隊查證。
07.22	函復同意核備「清華大學核物料移置核研所貯存安全分析報告」
07.25	完成核能三廠一號機第二次換照作業。
07.27	執行核能三廠93年度第三季不預警夜間視察。

8月

07.28	公告廢止「放射性廢料管理辦法」及28項以往施行之管制規範。
07.30	召開第一次核能四廠安全監督委員會議。
08月	完成核能一、二、三保安團隊視察及核能三廠夜間不預警動員測試。 辦理原能會同仁子女暑假核能資訊訓練班兩梯次。
08.04-06 及10-12	辦理原能會核能二廠考官及駐廠視察員年度再訓練。
08.05	經濟部智慧財產局來函，核研所「沸水式核能電廠低放射性濕性廢料共同固化的方法」榮獲「93年國家發明創作獎」發明獎，得獎作品於台北世貿一館展示。
08.12	函復環保署及台北市環保局詢問有關醫療院所放射性廢棄物分類標準及管理方法事宜。
08.16~20	執行核能二廠第一階段電力系統專案視察。
08.17	偵測中心黃主任景鐘佈達典禮。
08.18	發布新聞稿說明有關「蘭嶼貯存場隨意丟棄模擬測試桶於椰油村某水泥拌合場」乙案之實際狀況及輻射偵測結果，經偵測發現為無輻射的模擬桶。9月3日赴監察院說明本案發生的原因、輻射劑量偵測結果與意義及安全管制工作辦理情形。
08.27	核研所卅六週年所慶於本日在活動中心舉行，活動內容包括：慶祝大會及研發成果展覽、邀請主任委員及貴賓台電林董事長致詞，並頒發服務資深人員、研發績效優異單位及熱心服務人員等之獎項。
08.30-09.03	核能三廠防火安全團隊視察。

9月

09月	以核能安全月方式辦理93年核安演習。
09.02	執行核能一廠93年第三季不預警夜間團隊視察。
09.02	順利完成「清華大學核子燃料及核子原料運送至核研所集中貯存案」運送及清點作業之安全管制工作。
09.07	完成簽訂「台法原子能和平用途合作協定」續約及進行該項國際合作計畫。
09.09-10.20	執行核能二廠一號機第十七次大修視察。
09.13	執行核能一廠防颱作業查證。
09.20	執行核能二廠93年第三季不預警夜間視察。
09.21-24	執行核能四廠第十六次定期視察。
09.27-10.01	執行核能二廠碳鋼管路壁厚檢測作業團隊視察。
09.29-10.08	執行核能二廠第二階段電力系統專案視察。

93年大事紀

10月

09.30	邀集台北市環保局、核醫學會、清華大學、核研所及台電公司等相關機關與業者討論「一定活度或比活度以下放射性廢棄物管理辦法草案」 研考會完成「恆春鎮民眾對核能安全相關議題的看法」民意調查報告顯示，核安演習演練效果及宣導工作已有提昇。
10月	參加內政部警政署於核能一廠及台北港舉辦之反恐怖攻擊應變演練。 完成核子事故緊急應變法 8 項子法、「輻射災害防救業務計畫」及「94~95 年度全民防衛動員準備支援輻射災害應變動員分類計畫」之研擬。
10.04	完成核能三廠大修期間熱半水位運轉加裝蒸汽產生器檔板之安全評估審查。
10.04~10.08	完成核能三廠93年度視察員及考官再訓練。
10.07	陪同監察委員呂溪木赴蘭嶼調查「蘭嶼貯存場模擬測試桶棄置」案，經監委邀請之專家學者及本局進行現場棄置桶量測，結果再次證實皆在自然背景輻射變動範圍。
10.07	完成核能三廠圍阻體洩漏率使用 10 CFR Appendix J Option B 申請之審查。
10.14	召開「放射性物料安全諮詢委員會」第一次委員會議。
10.15	召開核子設施安全諮詢委員會第八屆第三次會議。
10.15	召開「核能一廠用過核子燃料乾式貯存設施設置及其相關安全會議」
10.18	參加立法院「非核家園推動法草案」公聽會。
10.18	完成核能三廠一、二號機RHR線上維修案之審查。
10.19	召開「核能一廠二號機馬拉松型控制棒葉片裂痕肇因檢討會」。
10.19~20	舉辦第24屆中日工程研討會核能分組專題演講共8場次。
10.20	中鋼公司員工及中聯公司外包人員共26人至偵測中心進行全身計測，均未發現人造銻137核種。
10.29	召開第二次核能四廠安全監督委員會議。
10.29	舉行三芝、石門、金山及萬里地區輻射安全民眾宣導研習會。
10.29	核研所「電漿技術推展中心揭幕典禮暨 2004 電漿技術與應用研討會」順利於本日舉辦完成，歐陽主任委員與中央大學劉全生校長親臨致詞，大會約220人出席。
11.01~12.01	執行完成核能三廠一號機EOC~15大修視察作業。
11.03~05	歐陽主任委員率團赴美參加 2004 年台美民用核能合作會議，並參觀漢福場址及愛達荷工程與環境國家實驗室等機構。
11.17	完成簽訂「參與經濟合作暨發展組織核能署核設施除役計畫科技資訊交流協定」(CPD) 續約及進行該項國際合作計畫。

11月

12月

11.22~11.26	核能三廠管路測厚專案視察。
11.23	執行核能三廠93年度第四季不預警夜間視察。
11.26	完成核能三廠一號機週期十六再裝填安全評估。
11.29~30	第19屆台日核能安全研討會於台北福華飯店召開，雙方共發表論文35篇。
12月	完成「放射性物質恐怖攻擊事件應變處置作為」之修訂。 完成核能一、二、三廠民眾預警系統功能測試共23次及原能會與國際原子能總署、美國核能管制委員會、國內各相關單位之緊急聯絡電話測試共20次。 完成原能會電子表單系統建置案。 辦理核能電廠緊急應變計畫區碘片發放及使用之民眾教育宣導說明會 19場次，共2,110人參加。
12.02~03	國際原子能總署保防作業A處處長Kaluba Chitumbo率團來台參加年度核子保防業務協調會議。
12.03	召開「蘭嶼貯存場檢整重裝模擬測試桶棄置案改進措施檢討會」
12.06~10	執行核能四廠第十七次定期視察。
12.07	執行核能一廠93年第四季不預警夜間團隊視察。
12.07	執行核能二廠93年第四季不預警夜間視察。
12.08	會同行政院衛生署發布「輻射醫療曝露品質保證組織與專業人員設置及委託相關機構管理辦法」及「輻射醫療曝露品質保證標準」。
12.13	完成簽訂「參與美國核能管制委員會熱程式應用及維護研究計畫協定」(CAMP) 續約及進行該項國際合作計畫。
12.15	召開第十四次龍門核管會議。
12.17	召開核子設施安全諮詢委員會第八屆第四次會議。
12.23	召開93年度第二次核管會議。
12.27	完成原能會組織調整之規劃，原能會及放射性物料管理局將合併改制為環境資源部之核能暨輻射安全署，輻射偵測中心將改制為核能暨輻射安全署南部分署，至於核研所將改制為隸屬於環境資源部之行政法人國家龍潭研究院。
12.27~28	執行93年度核能三廠年終查訪。
12.29	完成簽訂「安全度評估研究領域合作計畫協定」(COOPRA) 續約及進行該項國際合作計畫。
12.29	發布「一定活度或比活度以下放射性廢棄物管理辦法」、「放射性物料研究發展獎勵辦法」及「放射性物料管制收費標準部分條文修正案」

國家圖書館出版品預行編目資料

行政院原子能委員會九十三年年報 / 行政院
原子能委員會編著. -- 臺北縣永和市：原能會
，民94

面；21x29.5公分

ISBN 986-00-1974-6 (平裝)

1.行政院原子能委員會

449.061

94015473

書名：行政院原子能委員會九十三年年報

編著者：行政院原子能委員會

出版機關：行政院原子能委員會

電話：(02) 82317919

地址：臺北縣永和市成功路一段80號

網址：<http://www.aec.gov.tw>

設計印刷：佳新文化傳播事業有限公司

出版年月：中華民國94年9月

工本費：NT\$250

展售處：國家書坊台視總店

地址：台北市八德路三段10號B1

電話：(02) 2578-1515 # 643

五南文化廣場

地址：台中市中山路2號B1

電話：(04) 2226-0330

GPN：1009401963

ISBN：986-00-1974-6 (平裝)

93年報

2004 ANNUAL REPORT
ATOMIC ENERGY COUNCIL, EXECUTIVE YUAN

行政院原子能委員會

台北縣永和市成功路一段80號

電話：(02)8231-7919 傳真：(02)8231-7833

ATOMIC ENERGY COUNCIL, EXECUTIVE YUAN

No.80, Sec.1, Cheng Kung Rd., Yung-Ho City,

Taipei County, Taiwan R.O.C.

Tel : (02)8231-7919 Fax : (02)8231-7833

<http://www.aec.gov.tw>

行政院原子能委員會放射性物料管理局

台北縣永和市成功路一段80號

電話：(02)8231-7919 傳真：(02)2232-2360

FUEL CYCLE AND MATERIALS ADMINISTRATION

ATOMIC ENERGY COUNCIL

No.80, Sec.1, Cheng Kung Rd., Yung-Ho City,

Taipei County., Taiwan R.O.C.

Tel : (02)8231-7919 Fax : (02)2232-2360

<http://fcma.aec.gov.tw>

行政院原子能委員會核能研究所

桃園縣龍潭鄉佳安村文化路1000號

電話：(02)8231-7717 傳真：(03)4711064

INSTITUTE OF NUCLEAR ENERGY RESEARCH

ATOMIC ENERGY COUNCIL

No.1000, Wunhua Rd.,Jiaan Village, Lung-Tan,

Tao-Yuan Taiwan R.O.C.

Tel : (02)8231-7717 Fax : (03)4711064

<http://www.iner.gov.tw>

行政院原子能委員會輻射偵測中心

高雄縣鳥松鄉澄清路823號

電話：(07)3709206 傳真：(07)3701660

RADIATION MONITORING CENTER

ATOMIC ENERGY COUNCIL

No.823, Cheng-Ching Rd.,Kaohsiung, Taiwan R.O.C.

Tel : (07)3709206 Fax : (07)3701660

<http://www.trmc.aec.gov.tw>

<http://www.aec.gov.tw>

